

Konserveringen av en Oliver skrivemaskin med et skrivemaskintrekk i gummiert tekstil

*Hvordan bevare en gjenstand når materialet i seg
selv begrenser bevaringspotensialet?*

Mari Sørgulen Evensen



Masteroppgave i gjenstandskonservering

Institutt for arkeologi, konservering og historiske studier

Humanistisk fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

3. januar 2012

Sammendrag

Denne masteroppgaven handler om undersøkelsen og konserveringen av en todelt gjenstand: En Oliver skrivemaskin, modell nr. 10, og et tilhørende skrivemaskintrekk i gummiert tekstil. Gjenstanden er i Norsk Teknisk Museums eie. Som problemstilling for undersøkelsen ble det valgt å fokusere på hva som påvirker den langsiktige stabiliteten til gummiert tekstil, siden gummi av mange regnes som et materiale som er dømt til å gjennomgå hurtig nedbrytning. Litteraturstudier og en grundig, visuell undersøkelse av gjenstanden dannet grunnlaget for valg av analysemetoder. Disse ble avgrenset til pH-tester, Fourier transformasjon infrarød spektroskopi (FTIR), og undersøkelse i ultrafiolett lys og i optisk mikroskop. Analysene viste at skrivemaskintrekket var i en temmelig dårlig tilstand, og selv om gummien var svært stiv og sårbar, virket tekstilet å være temmelig stabilt. Under den innledende undersøkelsen ble det fastslått at tekstilet er den delen av trekket som gir dette strukturell stabilitet, men fordi tekstilet er svært skjørt uten den overliggende gummien, oppstår det svært lett skader som rifter og hull når biter av gummien faller av. Når gjenstanden er ferdig konservert, anbefales det derfor å ha strenge restriksjoner på håndtering av skrivemaskintrekket, for at dette skal kunne bevares i et langsiktig perspektiv. Det ble valgt å fokusere på aktive konserveringsmetoder i stedet for å lage et oksygenfritt miljø til gjenstanden, som er en passiv konserveringsmetode. Årsaken til dette er at et oksygenfritt miljø er svært krevende å skape, og må sjekkes og vedlikeholdes jevnlig. Dette ble vurdert som lite hensiktsmessig, fordi en passiv behandling dermed ville pålegge museet en uforholdsmessig stor ressursbruk i forhold til gevinsten med bare å bevare én gjenstand på denne måten.

Selv om svakheten til gummimaterialet medførte en tidsramme for bevaring begrenset til maksimalt 100 år inn i fremtiden, ble det gjort noen grep for å bedre bevaringssituasjonen til trekket. Det ble konstruert en støtte som gjør at trekkets opprinnelige form ivaretas, samtidig som dette kan studeres uten nevneverdig håndtering. I tillegg ble rifter og hull reparert med farget crepline-silke som ga trekket ytterligere strukturell stabilitet. Til reparasjonen ble det brukt en 15 % bufret løsning av Klucel G (hydroksypropylcellulose) i destillert vann. Dette gjør reparasjonen vannløselig og dermed teoretisk reversibel, i tilfelle det i fremtiden skulle bli funnet en bedre konserveringsmetode for gummiert tekstil enn de som er tilgjengelige per idag.

English summary

This master thesis concentrates upon the examination and conservation of an object in two parts: A typewriter model no. 10 from the Oliver typewriter co., and a protecting dust cover made of rubberized textile. It is owned by the Norwegian Technical Museum. The research question focuses on how the long term stability of rubberized textile is influenced by different agents of degradation, because rubber is generally accepted as a material doomed to degrade quite quickly. Literature and a thorough visual examination was the platform for choosing relevant analytical methods. These were limited to pH tests, Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and examination under ultraviolet (UV) light and optical microscopy. The analyses showed that the condition of the typewriter cover was poor, and even though the rubber was stiff and vulnerable, the textile seemed quite stable. The textile gives the cover its structural stability, as seen during the preliminary visual examination. But this stability is limited where the rubber is missing, and because of this, the result can easily be tears and holes during handling. So in order to conserve the cover, handling should be restricted when the object is returned to the museum. This thesis focuses on active conservation methods as opposed to passive methods like creating an oxygen free environment. The reason for this is that such an environment is very hard to create and maintain, and the object must be checked regularly. This was judged as unfitting, since such a treatment would have bounded an unnecessary amount of the museums resources for the conservation of just one object.

Even though the rubbers inherent weaknesses means a time frame for preservation limited to a maximum of 100 years, some methods were found to preserve the typewriter cover. A support was constructed to preserve the cover in its original shape, and arrange it so that it can be studied without unnecessary handling. In addition to this, tears and holes were repaired with coloured silk crepeline to give the cover some extra structural stability. The repairs were done with a 15 % buffered solution of Klucel G (hydroxypropyl cellulose) in distilled water. This should make the repairs at least theoretically reversible because water dissolves water based glues. It is to be hoped that this reversibility will some day come in handy, because in the future a better conservation method is found for rubberized textile than those available to us today.

Forord

Takk til Norsk Teknisk Museum for at jeg fikk låne akkurat denne gjenstanden, at jeg fikk ta prøver, og for at jeg fikk jobbe med det jeg hadde aller mest lyst til da jeg skulle skrive masteroppgaven. Dessuten vil jeg rette en spesiell takk til Ingrid Louise Flatval og Hanne Skagmo ved Norsk Teknisk Museum for verdifull hjelp og støtte under arbeidet. Bibliotekar Relsen Larsen ved museet, og David Houen som hjalp til med å flytte gjenstanden, fortjener også honnør. Takk også til Joel Taylor, min veileder, for at du stilte alle de vanskelige spørsmålene jeg trengte for å bevege meg i riktig retning. Og takk til læreren vår, Douwtje van der Meulen, for hjelp med store og små praktiske problemer.

Men det er mange flere som fortjener en takk for å ha bidratt med viktig hjelp under arbeidet:

- Lise Marie Kofod og Pia Clemmensen ved Konservatorskolens bibliotek i København for at jeg fikk scanne all den litteraturen jeg trengte for å komme i gang
- Cecilia Isaksson ved Moderna Museet i Stockholm for verdifulle tips til konstruksjon av støtte
- Duncan Slarke, vår eminente vitenskapsmann, for hjelp med analyser og tolkning av resultater
- Angela Musil-Jantjes ved Nasjonalmuseet for tips til materialer og fargestoff som kunne egne seg til tekstilreparasjon
- Brenda Keneghan ved Victoria & Albert Museum i London, for at du ville være livlinen min når det gjaldt spørsmål knyttet til gummiert tekstil

Jeg må også takke de fantastiske medstudentene mine for gode råd, oppmuntring, trøstende ord og inspirerende sosialt samvær. Ikke minst må jeg takke familien min; mor, far og lillebror, for at dere alltid har støttet meg, selv om jeg brukte veldig lang tid på utdannelsen. Og aller viktigst: Takk til Per Øyvind Hansen, min kjære samboer og blivende ektemann for uvurderlig hjelp og støtte på hjemmebane gjennom dette svært krevende og intense semesteret. Uten deg hadde jeg aldri kunnet strekke meg så langt, og da er det slett ikke sikkert at dette kunne blitt noe av.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
1.1	Problemstilling.....	2
1.2	Tidligere forskning	3
1.3	Mål med konserveringsbehandlingen	3
1.4	Disponering av oppgaven	5
2	Generelle metoder for hvordan problemstillingen skal besvares	6
2.1	Tilnærming til gjenstanden som helhet	6
2.2	Tilnærming til gummiert tekstil som komposittmateriale	8
2.3	Fremgangsmåte for prøvetaking til FTIR- og pH-analyser	8
2.4	Undersøkelse av originale materialer	10
3	Historisk kontekst.....	14
3.1	Utviklingen av skrivemaskinen	14
3.2	Utviklingen av gummi som et industrielt råmateriale	16
4	Gjenstandens oppbygging, tilstand og tidligere behandling	18
4.1	Generelt om beskrivelsen	18
4.2	Skrivemaskinen	18
4.2.1	Beskrivelse	18
4.2.2	Tilstand.....	21
4.3	Skrivemaskintrekket	22
4.3.1	Beskrivelse	22
4.3.2	Tilstand.....	23
4.3.3	Tidligere behandling	25
5	Materialkjemi og analyser.....	26
5.1	Undersøkelse av skrivemaskintrekket som helhet.....	26
5.1.1	Tilnærming	26
5.1.2	Prinsippet bak pH-testing	26

5.1.3	Fremgangsmåte	27
5.1.4	Resultat.....	28
5.2	Gummi.....	30
5.2.1	Kjemisk oppbygging	30
5.2.2	Undersøkelse i ultrafiolett lys (UV)	32
5.2.3	Preparering av prøvene før FTIR-analysen	33
5.2.4	Undersøkelse med FTIR.....	34
5.3	Tekstil	37
5.3.1	Kjemisk og fysisk oppbygging.....	37
5.3.2	Undersøkelse med optisk mikroskop	39
5.3.3	Undersøkelse med FTIR.....	40
5.3.4	Kjemisk test for påvisning av sulfider.....	43
5.4	Skrivemaskinen	43
5.4.1	Undersøkelse med røntgenfluorescens (XRF)	43
5.4.2	Resultat.....	44
5.4.3	pH-test	45
5.4.4	Hva skrivemaskintastene kan være laget av	45
5.4.5	FTIR og kjemisk test.....	46
6	Diskusjon og valg av behandling	47
6.1	Diskusjon av resultater	47
6.2	Oppsummering og behandlingsmuligheter.....	51
6.3	Konsekvenser for valg av behandling	53
7	Konservering av gjenstanden	55
7.1	Rensetest på skrivemaskintrekket.....	55
7.2	Rensetest på skrivemaskinen	57
7.3	Konstruksjon av støtte til skrivemaskintrekket	57
7.4	Reparasjon av rifter og hull	59
7.5	Anbefalt oppbevaring	62
8	Avslutning	63

8.1	Evaluering av analysene	63
8.2	Evaluering av konserveringsbehandlingen	63
8.3	Forslag til videre forskning.....	64
Referanser.....		65
Vedlegg		71
1.	Oversikt over antall arbeidstimer	71
2.	Visuell ordbok over skrivemaskindeler.....	72
3.	Gjenstanden før og etter behandling	73
4.	Øvrige illustrasjoner av gjenstanden	75
5.	Illustrasjon av prøveuttak	78
6.	Resultat av pH-test	80
7.	Sammenlikning av prøvebearbeidingsmetoder (FTIR)	82
8.	FTIR-spekter for gummi	83
9.	FTIR-spekter for tekstil	84
10.	Resultat av kjemiske tester	85
11.	Illustrasjoner av konserveringsbehandlingen	87

Figurliste

Figur 1:	Gjenstanden slik den så ut da den ankom studiets konserveringslaboratorium	1
Figur 2:	Sholes, Soulé og Gliddens skrivemaskin som ble patentert 14. juli 1868, nr. US 79868.....	15
Figur 3:	Skrivemaskinen før behandling, øverst fra venstre: Forsiden, venstre side, baksiden og høyre side	19
Figur 4:	Skrivemaskintrekket før behandling, øverst fra venstre: Forsiden, venstre side, baksiden og høyre side	22
Figur 5:	Monomerene <i>cis</i> -1,4-polyisopren (til venstre) og <i>trans</i> -1,4-polyisopren (til høyre) etter Kauffman og Seymour (1990:423)	30
Figur 6:	Krysslenkene utgjør den strukturelle forskjellen mellom uvulkanisert (a) og vulkanisert (b) naturgummi, og tilfører styrke når gummiene strekkes (c)	31
Figur 7:	Funksjonelle grupper som kan dannes når polymerer av <i>cis</i> -1,4-polyisopren oksiderer	32
Figur 8:	Det samlede FTIR-spekteret for alle gummiprøvene	36
Figur 9:	β -D-glukose (Tímár-Balázsy og Eastop 1998:20).....	38
Figur 10:	Forskjellen på krystalline og amorfe områder (hentet fra Bergstøl (1989:14)).....	38

Figur 11: Hvordan syrehydrolyse forårsaker avkorting av cellulosekjeden (Strlič og Kolar 2005:34)	39
Figur 12: Det samlede FTIR-spekteret for alle 5 tekstilprøvene.....	41
Figur 13: En sammenlikning mellom ren bomull, og to prøver fra trekket hvorav bare den ene var godt rensset	41
Figur 14: Typehammere til høyre og bøylene rundt dem	75
Figur 15: Blekkbåndholderen.....	75
Figur 16: Venstre side av papirvogna	75
Figur 17: Blyantholder	75
Figur 18: Tastene.....	75
Figur 19: Klokken	75
Figur 20: Fastklebet gråpapir	76
Figur 21: Mer fastklebet papir.....	76
Figur 22: Typisk oppsprekkingsmønster på venstre side	76
Figur 23: Mange sprekker gjør gummibeleget svært fragmentert.....	76
Figur 24: Gammel reparasjon i svært nedbrutt område.....	76
Figur 25: Stivheten gjør at fragmenter av gummi faller av under håndtering.....	76
Figur 26: UV-bilde av gummi.....	77
Figur 27: UV-bilde av tekstil	77
Figur 28: Undersiden av O/P-tasten.....	85
Figur 29: Prøveuttak.....	85
Figur 30: Positivt testresultat.....	85
Figur 31: Undersiden av RIGHT-tasten	85
Figur 32: Prøveuttak.....	85
Figur 33: Positivt testresultat.....	85
Figur 34: Prøve nr. 1	86
Figur 35: Prøve nr. 2	86
Figur 36: Prøve nr. 3	86
Figur 37: Prøve nr. 4	86
Figur 38: En buet treform.....	87
Figur 39: Varmepistol og varmebeskyttende hansker ble brukt til tilformingene	87
Figur 40: Klar for å bøye til beina på støtten	87
Figur 41: Nesten ferdig pleksiglass-støtte	87
Figur 42: Tilpasset tekstilreparasjon klar til farging	88
Figur 43: Liming av reparasjonstekstilet til gjenstanden	88
Figur 44: Et spesialbygd stativ for å kunne håndtere gjenstanden under liming	88

1 Innledning



Figur 1: Gjenstanden slik den så ut da den ankom studiets konserveringslaboratorium

Denne masteroppgaven skal omhandle undersøkelsen og konserveringen av en Oliver skrivemaskin, modell nummer 10, og et tilhørende skrivemaskintrekk. Trekket er laget av gummiert tekstil og ser ut til å være originalt medfølgende gjenstanden. Skrivemaskinen har på bakgrunn av serienummeret (730148) blitt datert til 1919 (van Rompuy: Personlig kommentar 2011). Gjenstanden har ett, samlet museumsnummer: NTM 16771, og den ble lånt av Norsk Teknisk Museum (NTM) i forbindelse med oppgaven. Museet har en stor samling av både skrive- og regnemaskiner som representerer mange ulike produsenter og tidsepoker, som denne gjenstanden er en del av. Skrivemaskinen Oliver nummer 10 med trekk har stor verdi fordi den illustrerer et viktig utviklingstrinn i skrivemaskinenes historie, og dessuten er en av de mer komplette skrivemaskinene i NTMs samlinger. I museets dokumentasjon av gjenstanden var skrivemaskintrekket verken nevnt eller fotografert. Dette kan ha sammenheng med trekkets dårlige tilstand og nokså unnselige ytre, og at det er en underordnet del av gjenstanden som fyller en praktisk funksjon, nemlig å beskytte skrivemaskinen mot støv og skitt. Trekkets unnselige ytre gjorde det bare enda mer

interessant å studere hvorfor det var i en så dårlig tilstand, og hvilke nedbrytningsprosesser som foregår i gummiert tekstil.

Både skrivemaskinen og skrivemaskintrekket er komposittgjenstander, men de er ikke festet til hverandre på noen som helst måte. Skrivemaskinen er laget av delvis forniklet og delvis lakkert støpejern, den har gummiputer under føttene, og tastene ble identifisert som cellulosenitrat, som var det første semi-syntetiske plastmaterialet. Skrivemaskintrekket er laget av både gummi og tekstil, og disse to materialene kan på grunn av måten gjenstanden er produsert på, ikke løsnes fra hverandre. Et problem som er felles for alle komposittgjenstander, er at de ulike materialene som regel brytes ned i ujevnt tempo og på forskjellig vis. Dermed blir det vanskelig å forutse hvordan gjenstanden endres over tid, og hvordan den best kan stabiliseres. Oppgaven vil fokusere på de problemene som oppstår når ulike nedbrytningsprosesser pågår i alle disse forskjellige materialene samtidig. Hovedfokuset vil ligge på materialene som skrivemaskintrekket består av, og hvordan nedbrytningsprosessene i gummi og tekstil virker inn på hverandre. I tillegg er det interessant å se hva som skjer når trekket er i direkte kontakt med den metallbaserte skrivemaskinen.

1.1 Problemstilling

Som overordnet problemstilling for oppgaven er det valgt å fokusere på følgende: Hvordan påvirker forholdet mellom tekstil og gummimateriale den langsiktige bevaringen til skrivemaskintrekket, og i ytterste konsekvens også skrivemaskinen? Når den grunnleggende kunnskapen om hva som foregår i de ulike materialene er klarlagt, gir dette et utgangspunkt for å velge den beste konserveringsmetoden for gummiert tekstil. Viktige spørsmål å tenke på er: Kan skrivemaskintrekket bevares over en lengre tidsskala, for eksempel 100 år? Kan dette gjøres utelukkende ved hjelp av passive metoder, som kontroll av ulike miljøfaktorer som temperatur, lys og relativ fuktighet? Hvilke metoder kan, basert på tidligere forskning, fungere til dette materialet, og vil de virke stabiliserende over lengre tid?

1.2 Tidligere forskning

Det er skrevet svært få artikler om konservering av gummiert tekstil. For å finne ut hva som var og ikke var gjort på området tidligere, ble det nødvendig å gjøre en vid litteraturstudie for å fange opp alt som var kjent om nedbrytning og bevaring av gummi. Den mest relevante artikkelen var "The conservation of rubberised textiles: two case histories". Her beskriver Nuttgens og Tinker hvordan de gikk frem for å stabilisere en regnkåpe fra omkring 1890 med passive metoder, og en mer aktiv behandling av en flybag fra 1968. Grattan var en av de første som forsket på konservering av gummimateriale. Dessuten har Blank skrevet artiklene "Rubber in museums, a conservation problem" og "An introduction to rubbers and plastics in collections" som gir en grunnleggende beskrivelse av gummi som materiale, nedbrytningsprosesser og utfordringene med dette materialet i museumssamlinger (1988, 1990). Etter henne har Shashoua arbeidet med liknende problematikk, både ved British Museum og Tøjhusmuseets uniformssamlinger i Danmark (Shashoua og Skals 2004, Dyer et al. 2011, Shashoua og Skals 2006). Begge steder har hun gjort pionérbearbeid knyttet til passiv bevaring av gummimateriale. Dessverre har det foruten Nuttgens og Tinkers artikkel vært lite forskning på aktive konserveringsmetoder. Tekstilkonservering er derimot et bredere felt enn gummi, med en lengre historie. For at ikke litteraturtilfanget skulle bli altfor overveldende, ble det fokusert på litteratur hvor tekstilet behandles som en del av en komposittgjenstand i kombinasjon med moderne materialer som gummi eller kunstfibre. Dette er hovedgrunnen til at denne oppgaven vil fokusere på undersøkelse av nedbrytningsprosesser i materialet og stabilisering av gummiert tekstil med aktive konserveringsmetoder.

1.3 Mål med konserveringsbehandlingen

Oppgaven skal omhandle blant annet gummi, som er et svært lite bestandig materiale. Moderne materialer som gummi og plast byr på andre utfordringer enn tradisjonelle materialer som for eksempel tre, tekstil, metall og keramikk, som er mer vanlige i museumssammenheng. Derfor er det nødvendig å definere noen mål med konserveringsbehandlingen. Langsiktig bevaring er et svært relativt begrep som må defineres for at det skal kunne forstås i sin rette sammenheng. Når det gjelder arkeologiske funn som keramikk og steinredskaper, kan disse så sant de oppbevares beskyttet fra jevnlig håndtering og et eroderende utendørsmiljø, være like fine selv etter tusenvis av år. Tekstiler har en

kortere tidshorisont, hovedsaklig fordi de er mer løst bundet sammen og laget av organiske materialer som også fungerer som mat for utallige småkryp. Her må det stilles strengere krav til oppbevaring for at tekstiler skal kunne bevares i et langsiktig perspektiv. Gummi er et materiale som ikke bare er laget av organiske materialer, men den er i tillegg svært sårbar for elementene. Oksygenet i lufta, og dessuten frie radikaler og forurensningsstoffer, medfører en uunngåelig oksideringsprosess som ikke lar seg stanse. Alt dette gjør at det blir meningsløst å snakke om en tidshorisont utover 100 år.

Et annet viktig spørsmål er hvor stabilt skrivemaskintrekket kan bli etter en konserveringsbehandling. Litteraturundersøkelsen viste at det finnes få enkle metoder for å stabilisere trekket. Tidligere konservering av liknende gjenstander, indikerer at ideell bevaring vil kreve å legge masse penger og arbeid i å lage et perfekt oksygenfritt miljø inne i en godt forseglet pose. Dette var ikke mulig å gjennomføre med skrivemaskintrekket på grunn av manglende utstyr, materialer og en usikkerhet knyttet til fremtidig oppfølging. Når det derfor ble nødvendig å vurdere en aktiv behandling av gjenstanden, ble det viktig å legge noen etiske kriterier til grunn for denne behandlingen. På denne måten kunne en aktiv behandling allikevel rettferdiggjøres, så lenge det lå grunnleggende etiske vurderinger bak de valgene som ble tatt.

The International Council of Museums' (ICOM) etiske regelverk identifiserer noen grunnprinsipper som skal veilede konservatoren. Ett av disse er minimale inngrep, som betyr at konservatoren skal streve etter å gjøre gjenstanden så stabil som mulig med enklest mulige midler, helst uten å tilføre konsolideringsmidler eller liknende som ikke kan fjernes igjen på et senere tidspunkt. I tillegg er det viktig å ivareta og styrke gjenstandens verdi gjennom konserveringsbehandlingen. NTM skriver om gjenstanden at den har høy bevaringsverdi. Det ble derfor et viktig premiss å ikke svekke, men styrke denne verdien gjennom behandlingen. Originale materialer skal beholdes, gjenstandens estetikk skal styrkes, og dens funksjon og opprinnelige utseende skal så langt som mulig tydeliggjøres. Når det skulle velges en best mulig konserveringsbehandling for denne gjenstanden, ble det tatt utgangspunkt i at alle disse grunnprinsippene skulle følges.

1.4 Disponering av oppgaven

Innledningsvis skal det gjøres rede for de metodene som vil bli brukt for å besvare problemstillingen. Deretter vil gjenstandens historiske kontekst kort bli beskrevet. Før det kan skisseres en konserveringsbehandling for gjenstanden, er det nødvendig med litt bakgrunnsinformasjon om materialene den er laget av, hvordan den er produsert og fungerer. Samtidig skal også tilstanden til både skrivemaskinen og skrivemaskintrekket bli beskrevet. Dette ses deretter i sammenheng med materialkjemi og resultatene fra ulike analyser, som tilsammen danner grunnlaget for en diskusjon av aktuelle behandlingsmetoder. Etterpå vil konserveringsbehandlingen bli beskrevet og evaluert. Til sist vil det bli foreslått temaer for videre forskning.

2 Generelle metoder for hvordan problemstillingen skal besvares

For å besvare problemstillingen var det nødvendig å finne metoder som kunne bidra til å utdype kunnskapen om både skrivemaskinen og skrivemaskintrekket. Herunder hvilke materialer skrivemaskinen og trekket er laget av og nedbrytningsprosessene som foregår i disse materialene. Feller skriver at de merkbare, fysiske endringene som skjer i et materiale når det eldes, kommer av kjemiske endringer i materialet. For å kunne studere og måle aldringsprosessen er det vanlig å studere kjemiske endringer (Feller 1994:13). Derfor ble hovedformålet med undersøkelsen å finne frem til og anvende metoder for å studere aldringsprosessene som foregår i skrivemaskintrekket. I tillegg var det viktig å forstå det totale hendelsesforløpet som hadde medført den tilstanden trekket var i da undersøkelsen begynte. Litteraturstudier måtte gjennomføres for å undersøke hva slags forskning som var gjort på nedbrytning av gummi og gummiert tekstil tidligere. Disse studiene ble så brukt for å identifisere hull i den etablerte kunnskapen. Den selvstendige forskningen i oppgaven skulle på denne bakgrunnen brukes for å forsøke og tette noen hull i kunnskapen om nedbrytning av gummiert tekstil. Som en forlengelse av litteraturstudien ble gjenstanden undersøkt grundig, siden denne var primærkilden for forskningsdelen av oppgaven. Både skrivemaskinen og skrivemaskintrekket ble undersøkt for å finne informasjon om både produksjonsteknikker, materialsammensetning, oppbygging og tilstand. Denne informasjonen vil bli gjennomgått i detalj i kapittel 4.

2.1 Tilnærming til gjenstanden som helhet

Det er store forskjeller i stabiliteten til ulike materialer, og dette legger føringer for gjenstandens langsiktige stabilitet. I tillegg kan en gjenstands stabilitet påvirkes av hvordan disse materialene har blitt bearbeidet, og hvordan gjenstanden er satt sammen.

Skrivemaskinen er den mest stabile delen av gjenstanden, siden den hovedsaklig er laget av metall. Kun ved moderat til høy luftfuktighet eller i kontakt med korrosive forurensningsstoffer kan metallet gjennomgå kjemisk nedbrytning og korrodere.

Skrivemaskintrekket er i motsetning til skrivemaskinen utsatt for mange flere nedbrytningsfaktorer, og tekstil og gummi er begge materialer som er sårbare for både

kjemisk, fysisk og biologisk nedbrytning. For eksempel er gummi ekstremt utsatt for oksidasjon, en type kjemisk nedbrytning som skjer når materialet reagerer med oksyngengass (O_2) i lufta. Fordi oksygen er til stede i lufta rundt gjenstanden hele tiden, er dette en nedbrytningsprosess som ikke kan stanses. Gummi er derfor et materiale det er vanskelig å bevare i det lange løp (Shashoua og Thomson 1993:363-365). Forholdet mellom gummi og tekstil har stor betydning for skrivemaskintrekkets fremtidige bevaring. Fordi gjenstanden er laget slik at materialene er klemte tett sammen og ikke kan reagere uavhengig på påvirkning utenfra, vil gjenstandens stabilitet avhenge av interaksjonen mellom materialene. Derfor må det klarlegges hva som foregår i disse to materialene, i hvilken grad de påvirker hverandre, og om denne påvirkningen er negativ eller ei.

For å forstå hvilke nedbrytningsmekanismer som foregår skal gjenstanden undersøkes med ulike analytiske metoder. Metodene er valgt på bakgrunn av det informasjonspotensialet de har og hvordan de kan belyse nedbrytningsprosessene i de ulike materialene gjenstanden er laget av. Analysene skal også brukes til å identifisere råmaterialer og avklare tilstanden til disse. De samlede resultatene bør kunne gi et tydeligere bilde på de utfordringene som er knyttet til gjenstanden som helhet. Sammen med litteraturstudier av tidligere forskning på de respektive materialene, og behandling av liknende gjenstander, skal det så vurderes hva som bør gjøres for å sikre bevaring av skrivemaskintrekket i et langsiktig perspektiv. Det er imidlertid en utfordring at det er gjort lite forskning på konservering av gummiert tekstil. Loadman har for eksempel bare beskrevet noen få undersøkelsesmetoder, som pyrolyse etterfulgt av gasskromatografi (P-GC) og elektronmikroskopi med elementanalyse (SEM-EDS), som aktuelle for gummi. P-GC krever utstyr, kunnskap og ferdigheter som tilsammen ble for avansert for denne oppgaven, og SEM-EDS er en svært tidkrevende metode. Istedenfor å bruke masse tid og ressurser på disse analysene, ble det forsøkt å heller benytte de mulighetene som fantes på konserveringslaboratoriet, og i stedet gjøre de valgte undersøkelsene skikkelig.

For å konkretisere analysen av de ulike nedbrytningsprosessene ble det fremmet følgende hypotese: Tekstilet påvirkes negativt som følge av nedbrytningsprodukter fra de prosesser som foregår i gummimaterialet. Dette fører til tap av strukturell styrke, som igjen medfører ytterligere skade på gummimaterialet når dette taper underliggende støtte. Denne hypotesen

ble så testet med noen få, utvalgte analysemetoder: Visuell undersøkelse, pH-tester, undersøkelse i ultrafiolett lys (UV), optisk mikroskopi og Fourier transformasjon infrarød spektroskopi (FTIR). I tillegg kommer røntgenfluorescens (XRF), som ble valgt som metode for å identifisere metallsammensetningen i de ulike delene av skrivemaskinen. Hvis ikke de valgte metodene i tilstrekkelig grad kan belyse problemstillingen, må det vurderes om enkelte kjemiske tester kan benyttes for å få noen tydelige svar på hvordan tekstil og gummi tilsammen påvirker stabiliteten til skrivemaskintrekket.

2.2 Tilnærming til gummiert tekstil som komposittmateriale

Skulle problemstillingen besvares var det nødvendig å finne minst én undersøkelsesmetode som kunne gi sammenlignbare resultater på tvers av de to materialene som skrivemaskintrekket er laget av. En nedbrytende faktor som påvirker både gummi og tekstil, er syre. Gummi produserer syrer under oksidasjonsprosessen (Nuttgens og Tinker 2000:25), og cellulosefibre i tekstilet skades av syrer. Samtidig produseres det syrer også når cellulosefibre brytes ned. pH-verdi er et mål på syreinnholdet i materialene. Derfor ble det valgt å måle både tekstilets og gummiens pH-verdier og sette disse i sammenheng. Håpet var at dette skulle gi en større innsikt i de prosessene som foregår de to materialene imellom. En lav pH-verdi indikerer mye syre, og ergo høy nedbrytningsgrad, mens en nøytral pH-verdi indikerer en lav nedbrytningsgrad. En annen metode som kan fungere til begge materialer, er FTIR. Selv om resultatene ikke kan sammenlignes på tvers mellom tekstil og gummi, vil det likevel være mulig å sammenligne nedbrytningsgrad mellom ulike prøver av samme materiale. For å få til dette, var det nødvendig med en gjennomtenkt strategi for prøvetakingen.

2.3 Fremgangsmåte for prøvetaking til FTIR- og pH-analyser

Til pH-, mikroskopi- og FTIR-analysene ble det valgt ut fire ulike områder som var interessante i forhold til prøvetaking. I samråd med veileder ble det funnet å være mest hensiktsmessig og forsøke å koble nedbrytningen av trekket og skrivemaskinen sammen, for å

avklare hvordan dette innbyrdes forholdet kan ha påvirket dagens tilstand. De blanke metalldelene på skrivemaskinen var korrodert på den ene siden, men ikke på den andre. Dette ledet til en mistanke om at syreinnholdet i trekket kunne variere mellom ulike områder, siden syrer er én av flere faktorer som kan gi korrosjon (Hatchfield 2002:21). Problemet ble forsøkt løst ved å identifisere på trekket de områdene hvor dette hadde vært i tett kontakt med forniklet metall. Den ene av prøvene ble hentet fra et punkt hvor metallet innenfor trekket hadde korrodert, og en annen ble hentet fra et liknende område på motsatt side av skrivemaskintrekket, hvor metallet på den underliggende skrivemaskinen ikke var synlig korrodert. Hvis det skulle vise seg å være ulikheter mellom resultatene etter at disse to prøvene var analysert, kunne det kanskje fastslås hva som forårsaket den ujevne korrosjonen på skrivemaskinen. Dette ville så kunne brukes til å identifisere nedbrytningsprosessen og nedbrytningsproduktene og sette disse i sammenheng med korrosjonsprosesser i metallet. Hvis det skulle vise seg å ikke være noen forskjell i resultater, må korrosjonen ha andre årsaker, som variasjon i fukt eller forurensningsstoffer. Disse kan også ha sin årsak i nedbrytningsprosesser i skrivemaskintrekket.

Den tredje prøven ble hentet ut på toppen av skrivemaskintrekket, for hvis det faktisk skulle være ujevn nedbrytning mellom ulike deler av trekket, burde toppen være aller mest nedbrutt. Her har det trolig alltid vært rikelig tilgang på lys, luft, støv og ulike forurensningsstoffer, så da burde også nedbrytningen være lengst fremskreden akkurat her. Den fjerde og siste prøven ble tatt helt nederst på baksiden av skrivemaskintrekket. Her fantes noe av den tidligere klissete gummien, og det ble lagt vekt på å få med litt av dette, samtidig som materialet som ble tatt ut også skulle inkludere den innbrettede kanten nederst. Håpet var å finne det minst nedbrutte området av skrivemaskintrekket akkurat her, og at svarene herfra kunne brukes til å belyse hvor utstrakt nedbrytningen var i andre områder av trekket.

Tabell 1: Beskrivelsen av de ulike prøvene refererer til illustrasjonene i vedlegg 5

Skjema for prøvetaking			
Prøve nr.	Sted	Beskrivelse	Mulig resultat
1	Høyre side ved korrodert metall	To gjenværende gummibiter med tilhørende tekstil, like til venstre for 1-tallet	Trolig svært surt, moderat oksidert
2	Venstre side uten korrosjon	En gummibit adskilt fra resten med en skrå sprekk, mellom 2-tallet og papirlappen til høyre	Trolig lite surt, moderat oksidert
3	Toppen av trekket inntil revne	En løsthengende gummibit med tilhørende tekstil, like inntil den store revnen, lengst til høyre av de to i senter av bildet	Antakelig mest nedbrutt av alle prøvene, svært oksidert
4	Baksiden ved innbrettet og klissete kant	En bit av den innbrettede kanten, nedenfor sømmen, like til høyre for 4-tallet	Antakelig mindre nedbrutt enn de øvrige prøvene, lite oksidert
5	Trolig fra alle sider av trekket	Løse gummifragmenter som var falt av skrivemaskintrekket	Trolig moderat oksidasjon og syreinnhold
6	Toppen av trekket i revnen, like inntil prøve nr. 3	Tekstilfiber fri for gummi	Antakelig svært nedbrutt og oksidert, med nokså høyt syreinnhold

2.4 Undersøkelse av originale materialer

De originale materialene i skrivemaskintrekket ble undersøkt med ikke-destruktive analysemetoder først, fordi den mest etisk riktige innfallsvinkelen er å begrense prøveuttak, og forsøke å besvare problemstillingen uten videre inngripen. Undersøkelse og fotografering i ultrafiolett lys (UV) er en metode som kan belyse variasjoner i materialets nedbrytningsgrad. Også enkelte produksjonsspor eller spor av bruk, som for eksempel flekker, kan tre tydeligere frem i UV-lys enn i annen belysning (Grant 2000, Stuart 2007:75-77). Den visuelle undersøkelsen ga grunn til å tro at det kunne være variasjoner i forhold til hvor oksidert gummioverflaten var. Det var grunn til å håpe at UV-lyset kunne indikere den faktiske oppsprekningen og gi ytterligere informasjon om gummibeleggets tilstand, selv om dette ikke er en vanlig undersøkelsesmetode for gummiert tekstil, basert på litteraturundersøkelsen. Samtidig som gummien på skrivemaskintrekket ble undersøkt i UV-lys, var det naturlig å også ta en titt på tekstilet. Der hvor gummien var så nedbrutt at den var helt fraværende var det håp om å finne tydeligere tegn på hva som forårsaker nedbrytning av tekstilet enn på den

beskyttede baksiden av trekket. Langs en av de to langsgående sømmene var trekket revnet helt ned, så her gikk det an å ta en titt inn på baksiden av tekstilet. Siden UV-lys er en viktig komponent i den oksidasjonsprosessen som bryter ned gummimaterialet, var det viktig å vurdere hvorvidt denne metoden ville gi noen ny informasjon av betydning, fordi undersøkelsen også kunne skade gjenstanden. Derfor ble det bestemt å prøve metoden, men samtidig jobbe så effektivt under analysen som mulig, for å minske belastningen på skrivemaskintrekket så godt det lar seg gjøre.

Det kunne være interessant å ta ut en snittprøve, et tverrsnitt, gjennom den oksiderte gummien. UV-undersøkelsen ga indikasjoner på at der hvor gummien var sprukket opp, kunne den i sprekken være mindre oksidert enn på den originale overflaten, som følge av at sprekkeene langsomt utvider seg. Ved å analysere prøven i et optisk mikroskop, gjerne ett hvor prøven kan belyses med vekselvis synlig og ultrafiolett lys, kunne det vært mulig å studere hvordan gummien endrer utseende under nedbrytningsprosessen. Connors med flere har studert kunstig aldret gummi med elektronmikroskop og funnet både bruddannelser og bevis på at sprekkeene utvides under aldring (Connors et al. 2001:176-182). Det kunne vært interessant å bygget videre på dette gjennom undersøkelse av en naturlig aldret gjenstand som skrivemaskintrekket, men fordi det er en svært tidkrevende metode, og oppgaven hadde en stram tidsmargin, ble det valgt å fokusere på FTIR.

Fourier transformasjon infrarød spektroskopi (FTIR) er en invasiv og til dels destruktiv analysemetode, fordi de fleste gjenstander er for store til at de kan analyseres direkte og metoden derfor krever prøvetaking. Før analysen måtte det tas prøver, men disse måtte også prepareres før de kunne analyseres. Prepareringen var nødvendig for å skille gummien fra tekstilfibrene, slik at det resulterende spekteret ikke skulle ha masse støy og forvirrende resultater som følge av sammenblanding mellom de to materialene. Men selv med nitidig separerte materialer, kan resultatene være vanskelige å tolke. Og selv om gjenstanden som skal analyseres er liten og fleksibel nok til å kunne klemmes mot vinduet på instrumentet, må den like fullt klemmes ganske hardt ned hvis det skal være mulig å få et tydelig resultat. Dette vil uvegerlig sette et merke i gjenstanden. Samtidig er FTIR en av de beste analysemetodene for de aller fleste organiske materialer, og da særlig moderne materialer som gummi, som det faktisk er gjort en del forskning på med denne metoden (Connors et al. 2001). FTIR gjør det mulig å påvise ulike organiske materialer som ikke kan påvises med andre metoder, for

eksempel med røntgenfluorescens (XRF). Derfor er FTIR analysemetoden med det største informasjonspotensialet i forhold til undersøkelse av gummi. Informasjonen som analysen gir, danner så grunnlaget for en beslutningsprosess hvor målet er å finne en konserveringsbehandling som bevarer skrivemaskintrekket.

Noen løse tekstilfibre som hadde falt av trekket under den visuelle undersøkelsen, og som på grunn av deres usikre opprinnelse ikke kunne festes tilbake på plass, ble valgt som prøver for å identifisere tekstilet. Identifikasjonen ble gjort i et optisk undersøkelsesmikroskop av typen Leica DMLM. Det ble valgt å foreta både tverrsnitt- og lengdesnittanalyser for å gjøre en sikker fiberbestemmelse og identifikasjon av tekstilfibrene. Prøvebearbeidingen og undersøkelsen i mikroskopet vil bli beskrevet i kapittel 5.4.

Det kunne også vært aktuelt å studere både tekstil- og gummiprøvene i et elektronmikroskop med elementanalyse (SEM-EDS). Til tekstilfibrene er det mulig at faktorer i overflaten vil komme tydeligere frem under den svært kraftige forstørrelsen som elektronmikroskopet kan gi. EDS-analysen kan fortelle hvilke grunnstoffer som er å finne i ulike punkter på fibrene, og indikere variasjoner i elementinnholdet som igjen kan gi indikasjoner på tilstand, forurensninger og nedbrytningsprodukter i tekstilfibrene. I tillegg har metoden potensiale til å gi en sikker identifikasjon av gummimaterialet. Siden fibrene kan studeres på et svært mikroskopisk nivå, gir metoden muligheter for å forstå hvordan håndtering kan medføre mekaniske skader i tekstilfibrene. Men analyse med SEM-EDS er svært tidkrevende, så selv om metoden har et stort og variert informasjonspotensiale, ble den valgt bort av tidshensyn.

I skrivemaskinen er det særlig metallsammensetningen som er interessant, siden enkelte metaller kan virke som katalysatorer for oksidasjonsprosessen i gummi (Nuttgens og Tinker 2000:25). For å undersøke metallinnholdet i de ulike skrivemaskindelene ble det valgt en ikke-invasiv metode som kalles røntgenfluorescens (XRF), fordi den er kjapp og enkel å gjennomføre, og metoden gir umiddelbare resultater. I tillegg går det an å hente ut spektre som så kan tolkes i etterkant med produsentens tilhørende programvare. I kapittel 5.1 er XRF som metode og de prinsipper metoden bygger på nærmere beskrevet, sammen med resultatene av analysen.

Den visuelle undersøkelsen av skrivemaskinen avslørte en påfallende skjevhet i utbredelsen av korrosjon mellom høyre og venstre side. Av særlig interesse var variasjonen i korrosjon på én og samme metall-del. Dette er en skinne som vognen hvor papiret festes, skulle gli sidelengs over når skrivemaskinen var i bruk. Siden det allerede var bestemt at det skulle gjøres pH-tester på trekket, ble også to punkter på denne skinnen testet. Disse lå helt ytterst på henholdsvis høyre og venstre side av skrivemaskinen, og formålet var å undersøke om pH-verdien kunne være lavere på den korroderte høyre siden. Håpet var å finne en forklaring på hvordan og hvorfor metallet korroderer, og om det er en sammenheng mellom dette og dannelsen av korrosive nedbrytningsprodukter i skrivemaskintrekket. Teorien var at syrer kunne være innblandet, men korrosjonen kan også komme av dannelsen av hydrogensulfidgass (H_2S -gass) når gummi brytes ned. Nøytrale pH-verdier kunne indikere at H_2S -gass var det som forårsaket korrosjonen. Det oppstod tidlig en mistanke om at tastene var laget av celluloid eller parkesin, en cellulosenitratforbindelse som regnes som den første semisyntetiske plasttypen. Også denne forbindelsen danner syrer under nedbrytning, og pH-verdien kunne derfor brukes til å danne et bilde av tilstanden til skrivemaskintastene. For å forstå hva som foregår i gjenstanden som helhet, er det nødvendig å se kunnskapen om nedbrytningsprosessene i alle materialene, både i skrivemaskinen og skrivemaskintrekket, i sammenheng. De ulike analysene av originale materialer ble valgt for å finne et nedbrytningsmønster i gjenstanden som kunne korrigeres. Resultatene fra de ulike analysene skulle deretter danne grunnlaget for valget av den best egnede konserveringsmetoden for skrivemaskinen og skrivemaskintrekket.

3 Historisk kontekst

3.1 Utviklingen av skrivemaskinen

Flere oppfinnere kan sies å ha vært først ute med ideen til skrivemaskinen.¹ På begynnelsen av 1800-tallet var det to personer som særlig utmerket seg. Den ene av dem var amerikaneren Austin Burt som tok ut patent i 1829 på en "Typographer", en maskin som produserte lange, tynne papirstrimler med skrift. Franskmannen M. X. Progin var den første som fant på å konstruere typearmen som kunne slå individuelle bokstavavtrykk ned på papir. Typearmene var sirkulært organisert og montert i et stativ over rammen hvor papiret var festet (Mares 1985:17-18). Ti år senere fant Charles Thurber opp en rullende, glidende vogn som papiret kunne festes til, som i likhet med typearmene etter hvert ble en selvskreven del av senere skrivemaskiner (Mares 1985:20). Deretter gikk det nye ni år til John Jones i 1852 satte flere av de foregående års oppfinnelser i system med hans mekaniske typografer, som selv om den var et fremskritt, fortsatt var langsommelig å betjene (Mares 1985:26-27).

Dr. Wm. Francis var den første som brukte et silkebånd til å distribuere blekk frem til mellomrommet mellom typehammeren og papiret (Mares 1985:32-33). John Pratt patenterte i samme tidsrom en maskin kalt "Pterotype", som hadde typehjul istedenfor typehammere, og som kunne bevege papiret ett trinn sideveis uten en dedikert mellomromstast. Men viktigst av alt skapte han publisitet omkring utfordringene knyttet til utviklingen av en skrivemaskin, som igjen inspirerte mange nye oppfinnere (Mares 1985:34-41). En av disse var Christopher Latham Sholes, som sammen med vennene sine fant opp ting på fritida. Startpunktet var ønsket om en maskin som kunne nummerere sider i bøker og blader med en viss grad av automatikk. Inspirasjon fant han sammen med Samuel Soulé og Carlos Glidden i en artikkel om Pratts skrivemaskin i tidsskriftet "Scientific American". Det var Sholes som fant opp det engelske navnet på skrivemaskinen: "Typewriter". Skrivemaskinen som etter hvert skulle danne grunnlaget for den første kommersielle suksessen ble patentert i 1868, og var basert på en sentral, sirkulær plate med spalter som typearmene skulle bevege seg i på vei mot papiret

¹ En oversiktlig og god innføring er å finne på nettsiden Miss Invention: <http://www.typewriter.be/missinvention.htm>, sist besøkt: 15. november 2011.

For å skaffe investorer, satte de tre oppfinnerne seg ned og skrev maskinskrevne brev til kontakter de mente ville være interessert i å investere i oppfinnelsen. De fikk napp hos James Denmore som hadde mange forslag til forbedringer og tester for å utvikle skrivemaskinen videre. Under Denmores ledelse lagde Sholes hele 50 ulike modeller før skrivemaskinprodusenten Sholes og Glidden kom i kontakt med fabrikkens Remington Armoury (Mares 1985:42-45). Remington kjøpte patentet til Sholes og Gliddens skrivemaskin, og videreutviklet denne og solgte den i så store mengder at de raskt ble verdens første virkelig suksessfulle skrivemaskinprodusent. Men deres maskiner hadde en stor svakhet; konstruksjonen var slik at teksten som ble tastet inn, ikke var synlig for skriveren før flere linjer senere.

forbedrede tekniske løsninger og mer automatikk, men ikke minst fordi den var et trinn på veien mot den fremtidige standarden med liggende typearmer.

Thomas Oliver var en oppfinner allerede i barndommen, og da han som nyutdannet prest ble overbevist av sin bror om fordelene med å anskaffe en skrivemaskin, bestemte han seg for å bygge en. Etter sigende hadde han aldri tidligere skrevet på maskin før han skrev på sin egen prototyp. Olivers skrivemaskiner skilte seg fra de andre produsentenes, ved å gi maskinskriveren reell, synlig skrift. Dette ble løst ved å konstruere U-formede typearmer i to rekker som slår ned på blekkbåndet og papiret i et sentralt punkt på midten. For at denne konstruksjonen skulle fungere under bruk, sørget Oliver for at de innerste typearmene var de minste, og så økte størrelsen utover i de to rekkene. Til og med vekten på typearmene ble balansert for at slaget mot papiret skulle bli det samme uansett hvilken tast som ble trykket inn. Mares ga Oliver Typewriter Company, Limited, gode skussmål for byggekvaliteten og dette gjentas fortsatt idag av ulike skrivemaskinsamlere. Dette var Thomas Olivers idé, fordi maskinene ble laget for prester og andre selvstendig næringsdrivende som ikke hadde nok ressurser til å leie inn folk og utstyr til å ta seg av nødvendig korrespondanse, og derfor trengte en maskin de kunne stole på (Mares 1985:109-114).

I 1904 kom The Monarch på markedet i USA, og året etter kom The Underwood. Begge maskiner hadde synlig skrift, og typehammerne traff papiret rett forfra (Mares 1985:186-192). Dette var nå fremtiden for skrivemaskinene, og etter hvert kom elektroniske skrivemaskiner. Allerede i 1909 fantes det flere modeller på markedet, og nye modeller ble utviklet helt frem til begynnelsen av 1980-tallet. I over 100 år var altså skrivemaskiner et dominerende verktøy ved alle former for offisiell korrespondanse, inntil de etter hvert ble forbigått av personlige datamaskiner (PC).

3.2 Utviklingen av gummi som et industrielt råmateriale

På begynnelsen av 1800-tallet var naturgummi et lite kjent råmateriale og regnet som en sør-amerikansk kuriositet. Til Europa ble det importert små gummiklumper som ble brukt til å viske ut blyanstreker, men utover dette forstod de færreste materialets potensiale og hva det kunne brukes til (Levitt 1986:51). Dette skulle endre seg omkring 1820, da to britiske menn fant fram til nye måter å bearbeide gummien på, slik at den blant annet kunne brukes til å

produsere vanntett tøy. Thomas Hancock fant opp en maskin som kunne gjøre harde gummiklumper av varierende konsistens og kvalitet om til et homogent materiale (Loadman 1991:60-61). I 1823 patenterte kjemikeren Charles Macintosh en prosess for å lage vanntett tøy. Dette fikk han til ved å gjøre gummien mykere med petroleumsproduktet nafta (white spirit), og klemme den nå klebrige gummien mellom to lag med tøy, slik at stoffet ble en sandwich av gummi og tekstil (Levitt 1986:51). På samme tid utviklet nord-amerikaneren Chaffee en metode for å sette en serie med valser sammen til en kalender. Dette var et valseverk som gjorde det mulig å klemme gummien sammen til tynne plater (Loadman 1991:61). Trolig er det slik skrivemaskintrekket ble produsert, ved at gummien først ble klemmt ut, og deretter klemmt sammen med tekstilet.

Den største oppfinneren fra perioden var Charles Goodyear, fordi han både oppdaget og perfektionerte vulkaniseringsprosessen. Gummi er et underlig råmateriale. I sin ubearbeidede form har det kun de ønskede elastiske og vannavvisende egenskapene i et smalt temperaturområde. Når temperaturen synker, blir gummien stiv og knekker lett. Når temperaturen stiger over idealområdet blir gummien klissete, og etter en tid kan den begynne å renne inntil alt som gjenstår er en uformelig, illeluktende masse (Slack 2002:6). Goodyear prøvde mange ulike fremgangsmåter for å "kurere" gummien for disse problemene, og fant til slutt en metode i 1839. Denne bestod i å blande inn svovel i gummien og varme opp svovel- og gummiblandingen. I tillegg foretrakk han å tilsette litt hvitt bly for fargens skyld, men dette skulle senere vise seg å ha en dobbel funksjon, fordi blyet også akselererte vulkaniseringsprosessen (Slack 2002:92). Med Goodyears oppskrift var det mulig å øke naturgummiens funksjonelle temperaturområde vesentlig.

4 Gjenstandens oppbygging, tilstand og tidligere behandling

4.1 Generelt om beskrivelsen

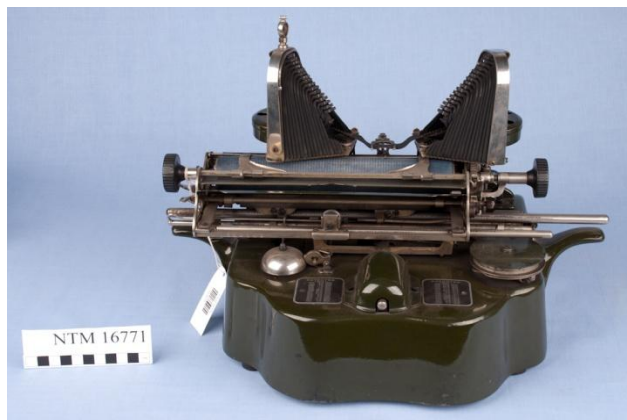
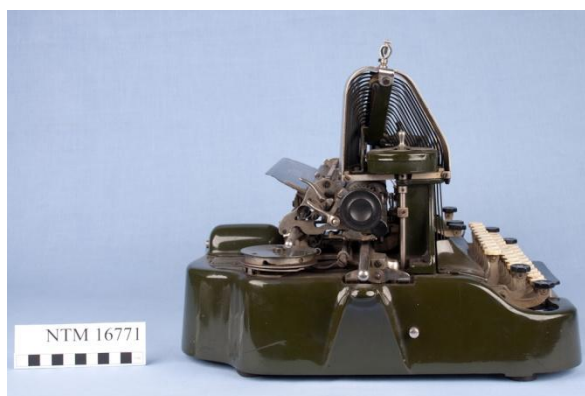
Skrivemaskinen og skrivemaskintrekket vil bli beskrevet hver for seg. En grundig beskrivelse av gjenstanden er viktig fordi denne er primærkilden til denne oppgaven. Beskrivelsen baserer seg på den visuelle undersøkelsen, og denne danner grunnlaget for de analytiske undersøkelsesmetodene som vil bli gjennomgått i neste kapittel. For å lette beskrivelsen av både skrivemaskin og trekk, vil alt beskrives sett fra maskinskriverens synsvinkel. Dette betyr at tastene alltid vil være foran på skrivemaskinen, og den siden av trekket som lå over tastene, blir dermed forsiden. Fordi skrivemaskinen er en svært intrikat gjenstand, må denne beskrives kort og enkelt, og i et skikkelig system. Derfor vil alt bli beskrevet nedenfra og opp og med klokken. Skrivemaskinens deler beskrives i den rekkefølgen de sitter sammen, for at leseren skal klare å holde følge. Dessuten finnes en kortfattet, illustrert oversikt over ulike skrivemaskindeler i vedlegg 2. Alle figurer det refereres til er å finne som makrofoto i vedlegg 4.

4.2 Skrivemaskinen

4.2.1 Beskrivelse

Skrivemaskinen er bygget opp av en sentral ramme som alle de øvrige delene direkte eller indirekte er festet til. Rammen er laget av grønnlakkert støpejern. Den består av fire store deler; en bunnramme og en innerramme med vertikale spor som gir rom for mekanisk overføring når tastene trykkes ned. I tillegg en toppramme foran som dels beskytter mekanikken under og dels er et dekorativt element, og en tilsvarende toppramme bak på skrivemaskinen. Dessuten er det fem mindre deler som også er lakkert og skrudd fast til bunnrammen eller mekanikken festet til denne: Midt på skrivemaskinen, på både høyre og venstre side, er det to vertikale elementer. Den nederste er en forlengelse av bunnrammen som

har som funksjon å støtte opp mekanismen med hammerne. Det er disse som slås ned på blekkbåndet og papiret når tastene trykkes ned. Det øverste av de to vertikale elementene er en holder til oppbevaring av blekkbåndet. Den femte og siste av de grønnlakkerte delene er en spole helt bakerst på venstre side av skrivemaskinen. Denne har som funksjon å dra opp en vaier som regulerer hvor langt det går an å skyve trommelen ut til siden. Der hvor det er skruer som holder sammen de ulike delene, er det utelukkende sporskruer som har blitt benyttet.



Figur 3: Skrivemaskinen før behandling, øverst fra venstre: Forsiden, venstre side, baksiden og høyre side

På innsiden av bunnrammen, ut i alle fire hjørnene, og helt nederst mot bordplaten, er det festet fire bein. Disse er laget av jernrør, de er skrudd fast til, og lakkert i samme farge som resten av rammen. Gummiputer er festet til undersiden av beina. Disse så ut til å være i god stand og satt godt festet til beina. Fordi det ikke var vesentlig å undersøke disse i forbindelse med problemstillingen, har de ikke blitt testet på noe vis. Men på bakgrunn av dateringen kan vi regne med at disse i likhet med gummien på trekket, er laget av vulkanisert naturgummi.

Under midten av skrivemaskinen ligger det et system av tverrgående jernstenger. Den midterste av disse er forbundet via et fjærsystem til mellomromstasten helt foran på tastaturet og skrått bakover mot venstre side av skrivemaskinen til nok en jernstang. Denne er videre forbundet til en rekke tynne små jernpinner som ser ut til å være festet til typearmene. Disse går fra bokstavtastene og bakover i maskinen, og er forbundet med et kraftoverføringssystem som er skjult for innsyn av den grønnlakkerte topprammen og systemet med typehammere. Mekanikken mellom bokstavtegnene og tastene ligger altså gjemt. Dette er trolig en av flere grunner til at Oliver skrivemaskiner hadde ry for å være holdbare og pålitelige, siden maskinen var konstruert for å gi finmekanikken ekstra beskyttelse. Innerrammen ligger under og bak tastaturet, og er konstruert slik at den utgjør en tverrforbindelse mellom bunnrammens høyre og venstre side. På hver side er det en mutter som holder de to rammekonstruksjonene sammen.

Skrivemaskinen har totalt 40 taster som ligger helt foran på skrivemaskinen, og takket være "shift"-funksjonalitet kan disse benyttes til å skrive 96 ulike tegn (Mares 1985:115). Funksjonstastene er alle laget av sortfarget cellulosenitrat. Disse er; én mellomromstast, to "fig"-taster, to "cap"-taster, i tillegg til "tab", "right" og "left". De rene bokstav- og tegngivende tastene er laget av lyst farget, elfenbensliknende cellulosenitrat.

Bak tastene ligger det to blanke, forniklede buer, og inne i disse ligger alle typearmene ordnet. Under typearmene går blekkbåndet mellom de to blekkbåndholderne, og dette holdes på plass av en mekanisme som legger blekkbåndet ned mot papiret når en av tastene trykkes ned. For å kunne skrive på maskinen må papiret festes til en vogn, og på denne er det to hendler og to skruer til å justere papiret med. Dermed får maskinskriveren full kontroll over hvor skriften havner på papiret. Foran skinnen som vognen hviler på, er det også en linjal, slik at papirets plassering også kan kontrolleres i bredden. Bak vognen på venstre side ligger en spole som regulerer hvor langt vognen kan skyves til høyre når en linje på papiret er ferdigskrevet. På høyre side ligger det en klokke og ved siden av denne er det festet en hammer. Formålet med klokken var å varsle maskinskriveren når han eller hun var kommet til enden av linjen i

dokumentet, og var nødt til å hoppe til neste linje. Dette ble gjort ved å dra i en hendel som ga linjeskift. Denne sørget også for å løsne trommelen fra skinnen under, slik at trommelen kunne skyves tilbake mot høyre. Når trommelen var plassert lengst ut mot høyre, var maskinen klar til å bli skrevet med igjen. Helt øverst på skrivemaskinen, oppå høyre bøyel ved typearmene, finnes en underlig anordning, se figur 18. Dette er en blyantholder, sikkert nyttig å ha for maskinskriveren om det skulle legges til notater til det som ble skrevet.

4.2.2 Tilstand

Skrivemaskinen ser ut til å være komplett, og den er i nesten operativ stand. Den eneste tasten som ikke fungerer er "right"-tasten lokalisert øverst på tastaturet og like til høyre for midten. Alle horisontale flater, og særlig i et område rundt midten av gjenstanden hvor de mekaniske delene sannsynligvis har blitt oljet regelmessig, er svært tilsmusset. Det ser ut til å være mye støv inne i skrivemaskinen, og derfor kunne det kanskje være en idé å løfte av trommelen/kassetten som papiret festes til, fordi denne representerer en hindring for å komme til nede i finmekanikken som typearmene er festet til.

Små gummiflekker er flere steder klebet fast til bunnrammen. Disse er sjelden større enn 1 mm i diameter, med unntak av på baksiden. På flaten bak på skrivemaskinens høyre side er det en 7 mm lang, oval og estetisk skjemmende flekk. Helt nederst på baksiden av den venstre utstående buen ligger et 15 mm langt område med fastklebede gummirester. Disse stammer trolig fra den sammenklebede kanten på trekket som prøve nr. 4 ble hentet fra. Mange steder er det dessuten riper i den grønne lakken. Nederst på baksiden er det så omfattende med riper at lakken enkelte steder har blitt slitt helt av. I det venstre hjørnet foran på bunnrammen er det en 35 mm lang, diagonal ripe etter at en spiss gjenstand har blitt dratt mot siden av skrivemaskinen. Små, sirkelrunde biter av lakk har i forbindelse med denne skaden flaket av slik at basemetallet under kom til syne, som gjør denne skaden svært estetisk skjemmende. Naturligvis er det noe bruksslitasje på alle tastene, men ikke mer enn det som kan sies å være følgene av normal bruk. Det forniklede laget av de blanke metalldelene er slitt av enkelte steder på høyre side av skrivemaskinen. Særlig gjelder dette rundt spisse kanter i nærheten av den store skruen som brukes til å dra papiret fremover. Dette er ikke så overraskende, da denne skruen trolig har vært mye brukt på den tiden da skrivemaskinen var en bruksgjenstand.

Skinnene nedenfor skruen og den lange hendelen som er lokalisert like foran er korrodert. Det samme gjelder den høyre bøylene som alle typearmene på høyre side er festet til. Det ble ikke funnet spor av tidligere behandling på skrivemaskinen.

4.3 Skrivemaskintrekket



Figur 4: Skrivemaskintrekket før behandling, øverst fra venstre: Forsiden, venstre side, baksiden og høyre side

4.3.1 Beskrivelse

Skrivemaskintrekket er sydd sammen av tre deler: Ett rektangulært stykke som måler ca 76 x 22,5 cm, og to bueformede stykker med en høyde på ca 30 cm, og en maksimal bredde på ca 40 cm nederst ved kanten. Alle delene er produsert på samme måte, og de består av et tolags

materiale; et grovvevd tekstil belagt med gummi. Gummien har først blitt klemt ut til tynne ark ved hjelp av et kalender, for deretter å bli klemt sammen med tekstilet. Prosessen med å impregnere tekstil med gummi på denne måten kalles friksjonering (Stori). Det gummierede tekstilet ser ut til å være fabrikkert som store ark, som så har blitt skåret til og sydd sammen. Trekket er laget i et enkelt snitt. De tre delene er sydd sammen med to langsgående sømmer som går langsmed buen. I tillegg er det en avsluttende søm som går rundt hele trekket nederst langs kanten. Det rektangulære stykket har blitt brettet inn før det ble sydd sammen med de bueformede stykkene på sidene. Dette har gitt de langsgående sømmene en dekorativ kant, slik det er svært vanlig å utforme denne typen trekk. På gummien, på forsiden av trekket, er det et grått eller sølvfarget trykk hvor det står "The OLIVER".

På innsiden av tekstilet ser det ut som om det er påtrykt et slags vevnadsmønster, se figur 29, og dette må i så fall ha skjedd mot slutten av friksjoneringsprosessen. Men mønsteret behøver ikke være et trykk. Det kan like gjerne ha oppstått fordi en av valsene eller rullene var tilskåret slik at det skulle danne seg et mønster på baksiden av tekstilet da gummien ble klemt mot denne under produksjonen. Det ser imidlertid ut til at trykket er tilstede uavhengig av om det er eller ikke er igjen gummi på forsiden av skrivemaskintrekket. Tekstilet ble identifisert som bomull ved hjelp av optisk mikroskopi, og den originale sytråden var også av bomull. Basert på den svært lette, enkle veven i tekstilet kan det dreie seg om for eksempel bomullsmusselin. Veven består av enkle tråder tvunnet sammen av bomullsfibrene i en Z-twist. Gummien kan fortsatt ha vært klebrig da de tre stykkene ble sydd sammen, fordi sytråden hadde flere spor av gummi på fibrene. Eller dette kan komme av senere nedbrytning av gummien. FTIR-undersøkelsen ga indikasjoner på at gummien er en vulkanisert naturgummi, og dette underbygges av litteraturen, siden syntetisk gummi fortsatt var på utviklingsstadiet i 1919. Det er lite trolig at Oliver Typewriter Co. ville ha brukt et helt nytt og trolig svært eksklusivt materiale til et slikt trekk. Undersøkelsene av tekstil, sytråd og gummi er beskrevet i henholdsvis kapittel 5.3 og 5.1.

4.3.2 Tilstand

Noen områder av skrivemaskintrekket ser ut til å brytes ned mer enn andre. Disse områdene bærer preg av rifter, hull, og utstrakt oppsprekking av gummibelegget. På grunn av oppsprekkingen har gummien falt av mange steder. Skadene har trolig både kjemiske og

fysiske årsaker. Kjemisk nedbrytning av henholdsvis gummi og teksil vil bli beskrevet i neste kapittel. De fysiske årsakene til nedbrytningen kan til dels komme av mekaniske skader som følge av håndtering. På venstre side av trekket har dette revnet helt ned til den nederste bretten, sannsynligvis som følge av at trekket har vært dratt over metalldelene på skrivemaskinen gjennom årtier. En gradvis svekkelse av tekstilfibrene har trolig medført at de til slutt bare revner. Slike skader har også ført til et stort hull på toppen av trekket hvor dette har blitt gnidd mot blyantholderen, og helt nederst foran på trekket. Her kommer skaden trolig av at dette har blitt gnidd over tastene når det har vært dratt på og av skrivemaskinen. Ved den langsgående sømmen foran på høyre side var det dessuten en lang flenge som gikk helt ned.

Gummien har gjennomgått en nedbrytningsprosess i to faser; først har den vært klebrig, og deretter har den blitt stiv, tørr og oppsprukket. Den klebrige fasen ble identifisert på bakgrunn av funn på høyre side av skrivemaskintrekket, hvor papir hadde festet seg til gummioverflaten, og på baksiden hvor trekket hadde klebet seg sammen. Her har gummioverflaten på innsiden av den innsydde kanten nederst klebet seg til tekstiloverflaten like ovenfor. Dette kunne lett ha skjedd hvis trekket her fikk ligge helt nede på bordplaten med en liten bøy over lengre tid, slik at gummien og tekstilet fikk tid til å klebe seg sammen. Denne teorien ble ytterligere styrket av funn av klebet gummi på baksiden av skrivemaskinen. Sammenklistringen medførte at kanten ble brettet opp på baksiden. Like nedenfor finnes en stor, hvit flekk som trolig er søl med korrekturlakk. Etter den klebrige fasen har gummien blitt tørrere og stivere på overflaten, noe som også har medført en utstrakt oppsprekking i overflaten. Dette kommer av det har dannet seg stive bretter i trekket, og da har det lett falt av biter i forbindelse med håndtering av gjenstanden.

Da gjenstanden ankom konserveringslaboratoriet, lå det løse gummifragmenter i reisekassen. Disse ble undersøkt i mikroskop for å se nærmere på den fysiske tilstanden til gummien i forbindelse med de analysene som skulle gjøres på den. Gummien var stiv på overflaten, og noen steder var denne også dekket av en flekkvis skorpe. En beskyttet sone mellom tekstilet og gummioverflaten var derimot svært klebrig. Også på mikronivå var det derfor tydelig at gummibeleget hadde gjennomgått først en klebrig, og senere en stiv nedbrytningsfase.

Oppsprekkingsmønsteret har trolig blitt forsterket av store variasjoner i klima. Magasinet hvor gjenstanden har vært oppbevart siden den kom til museet i 1985, har hatt store

klimavariasjoner gjennom året: I gjennomsnitt 15 % relativ luftfuktighet (RF) om vinteren, og døgnvariasjoner mellom 30 og 60 % RF i sommerhalvåret gjennom siste år. Svingningene i RF følger normalt svingningene i utemiljøet, men bygningsmassen demper disse noe. Selv om døgnvariasjonene kan bli store når klimaet skifter fort, er det gjennomgående et stabilt, tørt klima gjennom vinteren som er bra for gummien (Shashoua 1993:46). Dette kan være problematisk i forhold til tekstilet, som blir sprøere og skjørere i tørt klima (Tímár-Balázs og Eastop 1998:12-16). Klebrighet, stivhet og oppsprekking er typiske tegn på at det har foregått en sakte, men stadig tilstedeværende oksidasjonsprosess i materialet. Dette har ført til økte skader i kombinasjon med de belastningene som håndtering og klimavariasjoner gir. Tilsammen har dette medført en gradvis forverring av gjenstandens tilstand.

4.3.3 Tidligere behandling

Skrivemaskintrekket har gjennomgått en reparasjon og blitt sydd på et tidligere tidspunkt. Det er søm i den store revnen på toppen på høyre side, og nedover den store flengen på venstre side av trekket. Sytråden ble identifisert med optisk mikroskopi som en kunstfiber. Den er mørk på farge, og fargestoffet så i mikroskopet ut til å være jevnt fordelt gjennom fibrene. Ekstruderingen, som er måten polymeren spinnes til fibre, påvirker hvordan tverrsnittet til fiberen blir seende ut. Sytråden så ut til å være ekstrudert fra en rillet dyse som har sirkulert under prosessen (Gohl og Vilensky 1983:36).

5 Materialkjemi og analyser

5.1 Undersøkelse av skrivemaskintrekket som helhet

5.1.1 Tilnærming

Fordi litteraturstudiene viste at både gummi og tekstil produserer syrer som et ledd i nedbrytningsprosessen, kan syreinnholdet være en viktig indikator for gjestandens nedbrytningsgrad. Stor interesse var knyttet til hvorvidt syreinnholdet i gummi og tekstil fra samme punkt på gjenstanden ville være det samme. En annen svært interessant faktor var å se på variasjonen i syreinnhold mellom de ulike punktene på gjenstanden hvor prøvene ble hentet ut. Høyt syreinnhold like ved det svært korroderte metallet på skrivemaskinen ville antyde at syrer var hovedfaktoren i korrosjonsmekanismen. Høyere syreinnhold på toppen av gjenstanden, hvor den var mest utsatt for påvirkning fra elementene, og færre syrer i mer beskyttede områder, ville være et logisk mønster å finne. pH ble testet for å se om det var noen sammenheng mellom syreinnhold og andre tegn til nedbrytning.

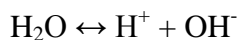
5.1.2 Prinsippet bak pH-testing

For å forklare nytten av å måle pH-verdien til et materiale, er det nødvendig med en kort beskrivelse av prinsippet som metoden hviler på. pH er et mål på syrestyrke, definert som antall hydrogenioner (H^+) i en løsning. Dette regnes ut som den negative logaritmen til konsentrasjonen av H^+ -ioner målt i mol per liter (mol/L) (Tse 2001:1), vist ved formelen under:

$$pH = -\log [H^+]$$

Måleinstrumentet avgjør H^+ -konsentrasjonen ved å sammenligne potensialet i testløsningen med en indre referanse (Tse 2001:5). Et høyt innhold av H^+ -ioner, for eksempel 1,0 mol/L, betyr at løsningen er sur, i dette tilfellet med pH-verdien 0. Når det er svært få H^+ -ioner, for eksempel $1 \cdot 10^{-14}$ mol/L blir pH-verdien 14, som er meget basisk (Tse 2001:1). En endring

fra eksempelvis pH 7 til pH 6 vil medføre at mengden H^+ -ioner blir tidoblet. Ionene i vannet har følgende likevektsforhold:



$$K_w = [H^+] [OH^-] = 10^{-14} (\text{mol/L})^2$$

Konsentrasjonen av H^+ og OH^- utgjør tilsammen vannets ioneprodukt, så når det er færre H^+ -ioner betyr det relativt flere OH^- -ioner (Tse 2001:1). Når pH = 7 vil vannet ha et balansert forhold hvor de to ionene opptrer i like mengder, og det er mest av de alminnelige vannmolekylene (H_2O). pH måles i relasjon til temperatur, noe som betyr at for å få sammenlignbare resultater, er det nødvendig å notere temperaturen sammen med måleresultatet, og det er viktig at kalibrering av måleinstrumentet og måling gjøres ved samme temperatur (Tse 2001:1, Zumdahl 1998:228-229). Det beste er å gjøre målingene i temperaturområdet 23-25 °C, hvor $K_w = 14,0000$ (Weast 1972:D-122). Romtemperaturen i laboratoriet var omtrent 21 °C da kalibreringen og pH-testen ble gjennomført.

5.1.3 Fremgangsmåte

For å måle pH er det ikke nødvendigvis slik at det må tas en prøve av materialet, selv om måling av løsninger med prøvemateriale er den vanligste metoden. pH-målingen kan foretas ved å legge en dråpe vann på materialet, og så kan pH-verdien måles direkte i denne dråpen med en elektrode koblet til en elektronisk pH-måler. Fordi denne metoden krever at underlaget som dråpen legges på er vannrett, ble den ikke funnet å være hensiktsmessig å bruke på skrivemaskintrekket. Alternativt kunne en standardisert mengde prøvemateriale blitt lagt i en nøytral beholder, tilsatt en standardisert mengde destillert vann, og ekstrahert over et standardisert tidsrom, for eksempel 1 time. Fordi det ikke var kjent noen standardisert og tilpasset metode for ekstraksjon av syreinnhold fra gjenstander laget av både gummi og tekstil, ble det i stedet satset på en helt ny metode for å måle pH-verdi. I stedet for ekstraksjon ble det brukt gel-kuber for å trekke ut syrer fra materialet (Wolbers: Personlig kommentar 2011).

Det ble hentet ut prøver av noenlunde lik størrelse fra 4 ulike steder på gjenstanden, som både hadde en komplett gummi- og tekstilside. Der det var nødvendig, ble disse trimmet ned

ytterligere for å få prøvene så jevnstore som det var praktisk mulig å få til. Det ble tatt utgangspunkt i den minste av prøvene, nr. 2, som en mal for tilpasningen av de øvrige prøvene. Prøve nr. 5 og 6 ble benyttet slik de var, fordi dette prøvematerialet var mye mer fragmentert. Nøyaktig størrelse er å finne i resultattabellen nedenfor. Målingene ble gjort med en "Horiba compact pH meter B-212 twin pH waterproof". Før målingene begynte, ble pH-måleren kalibrert til pH 6,8 med den tilhørende kalibreringsvæsken merket "pH 7,0". I følge den tilhørende bruksanvisningen til pH-måleren er det meningen at pH-måleren skal vise en verdi like i underkant av pH 7,0 under kalibreringen. For å trekke eventuelle syrer ut av prøvematerialet ble det benyttet "Agarose rigid-gel"-kuber som lå i en vannløsning nøytralisert med trietanolamin. Fordelen med gel-kuber er at bare vannet som er bundet i dem interagerer med materialet, istedenfor at prøven må legges til ekstraksjon i en beholder med vann, og dermed kan undersøkelsen gjennomføres raskere. Kubene ble lagt på overflaten av prøven, på den siden som skulle testes. Her fikk hver kube ligge i ett minutt, før den ble flyttet over på pH-målerens to sensorer ved hjelp av en pinsett. Hver måling ble gjort 2-4 ganger inntil et konsekvent resultat forelå. Fordi hver måling resulterte i en serie med resultater, ble alle resultater som fremkom notert ned. Tabellen under reflekterer de gjennomsnittlige pH-verdiene som ble hentet ut av disse seriene. For fullstendige resultater, se vedlegg 6.

5.1.4 Resultat

Tabell 2: De samlede resultatene med utregning av gjennomsnittlige verdier og standardavvik, er å finne som vedlegg 6

Prøve nr.	Sted	Størrelse (i mm)	Flatemål (i mm ²)	pH-verdi	
				På gummisiden	På tekstilsiden
1	Høyre side ved korrodert metall	3,5 x 4,3	15,05	4,8 - 4,9	4,8 - 5,7
2	Venstre side uten korrosjon	3,2 x 4,5	14,40	4,5 - 4,8	4,3 - 4,7
3	Toppen av trekket inntil revne	3,9 x 3,9	15,21	4,1 - 4,5	4,1 - 4,5

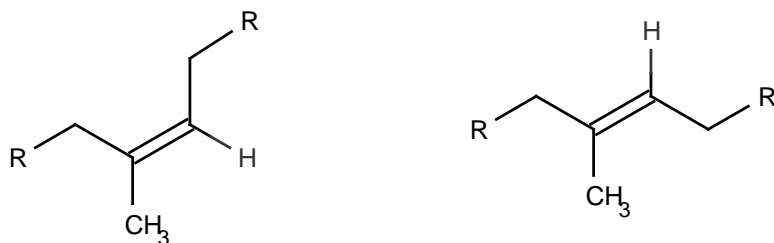
Prøve nr.	Sted	Størrelse (i mm)	Flatemål (i mm ²)	pH-verdi	
				På gummisiden	På tekstilsiden
4	Baksiden ved innbrettet og klissete kant	3,5 x 4,2	14,70	6,8 - 7,0	7,0 - 7,1
5	Trolig fra alle sider av trekket	4,1 x 4,7	19,27	5,2 - 6,5	
6	Toppen av trekket i revnen, like inntil prøve nr. 3	0,5 x 7,3	3,65	5,0 - 6,3	

Det måtte foretas nye pH-tester av prøve nr. 1, fordi resultatene ga stadig mer nøytrale verdier. Dette indikerte at fra denne prøven var allerede alle syrene trukket ut i løpet av de første pH-testene. Det ble derfor besluttet å teste på det som ble skåret bort fra prøve 1 da denne i likhet med de øvrige prøvene ble trimmet ned til omtrent samme størrelse. Dette prøvematerialet var naturlig nok noe mindre; ca 4,6 x 2,3 mm, pluss noen tekstilfibre som stakk litt lenger ut enn dette. Testene av dette materialet ga mer stabile resultater, med et gjennomsnitt på pH 5,3. At pH-nivået til tekstilsiden av prøven også her gjennomgående ga høyere resultater, indikerer at det særlig er gummi som er nedbrutt i dette området. Tekstilet virker ikke å ha produsert syrer i like stor grad. Hvis gummifragmentene i prøve nr. 5 faktisk stammer fra alle sider av trekket, er det ikke overraskende at de målte pH-verdiene varierer endel, sammenlignet med de andre prøvene som har en kjent og avgrenset opprinnelse. Resultatene for øvrig viste at det fremkommer et mønster i de målte pH-verdiene. På toppen av skrivemaskintrekket hvor både gummi og tekstil så ut til å være kommet lengst i nedbrytningsprosessen, viser målingene av prøve nr. 3 at begge materialer har et nokså høyt syreinnhold. Dette betyr igjen at nedbrytningen av begge materialer her er langt fremskreden. Det beskyttede området på baksiden av brettet, helt nederst på trekket, viste seg derimot å ha nøytrale pH-verdier. Dette stemte overens med inntrykket av en lavere grad av nedbrytning.

5.2 Gummi

5.2.1 Kjemisk oppbygging

Naturgummi er en naturlig polymer som i likhet med andre polymerer er bygget opp av lange kjeder med monomerer. Naturgummi består i hovedsak av monomeren *cis*-1,4-polyisopren, se figur 5. Denne monomeren er et hydrokarbon, som vil si at karbonatomer (C) danner ryggraden i strukturen. C-atomene kan danne 4 bindinger hver, og de av bindingene som ikke knytter dem sammen med andre C-atomer, binder dem i stedet til hydrogenatomer (H). Monomeren kalles *cis* fordi karbonkjeden fortsetter i begge ender på samme side av dobbeltbindingen. På figuren er dette benevnet som en R på hver side ovenfor dobbeltbindingen.



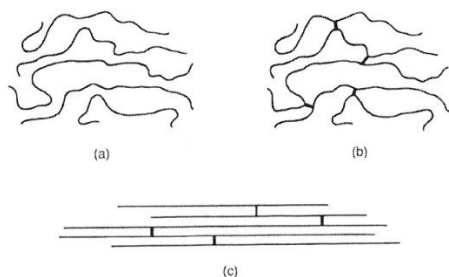
Figur 5: Monomerene *cis*-1,4-polyisopren (til venstre) og *trans*-1,4-polyisopren (til høyre) etter Kauffman og Seymour (1990:423)

Det er de lange polymerkjedene som gir gummien dens verdifulle, elastiske egenskaper. I ubearbeidet tilstand er gummien som en sammenfiltret masse av lange spaghettiliknende tråder som kan strekkes i lengderetningen. Denne elastisiteten gjør det mulig å strekke gummien ved å trekke i den med en viss kraft, og når denne kraften opphører, vil gummien trekke seg sammen igjen til sin opprinnelige form (Loadman 1998:1). Naturgummi utvinnes fra en lateks som blant annet er å finne i barken til tresorten *Hevea Braziliensis*. Disse trærne kan bare vokse i tropiske strøk, og navnet har de fått fordi de stammer fra Amazonas-bassenget i Brasil. Dette er den kommersielt sett viktigste formen for naturgummi, men mindre rene gummivarianter kan utvinnes fra andre planter, som for eksempel løvetann (Loadman 1991:59-61, Kauffman og Seymour 1990:422-423). Andre gummivarianter skilles fra hevea-gummien ved et høyere innhold av urenheter, som gjør prosesseringen av materialet mer komplisert.

trans-1,4-polyisopren er av utseende en svært lik forbindelse, se figur 5, men den gir materialet andre egenskaper enn *cis*-1,4-polyisopren. Gummiliknende stoffer basert på denne polymeren er mye hardere og har lavere elastisitet, men isolerer elektrisk strøm svært godt og tåler sjøvann. Forbindelsen finnes i blant annet guttaperka, en hardere gummivariant som utvinnes fra bladene til *Palaquium*-trær. Guttaperka har derfor vært mye brukt til elektriske kabler, og da særlig undersjøiske kabler (Jentzsch 1994:317, Shashoua 2008:21). Når ulikheten mellom en *trans*- og *cis*-konfigurasjon av samme molekyl kan medføre så ulike egenskaper, tydeliggjør dette at den eksakte polymerkjemien til gummi er avgjørende for dens egenskaper. Dette ble klart da forskere på slutten av 1800- og starten på 1900-tallet forsøkte å syntetisere gummi. Syntetgummi kom ikke for alvor i kommersiell produksjon før omkring 1925, altså etter at skrivemaskinen, og dermed også skrivemaskintrekket, var produsert.

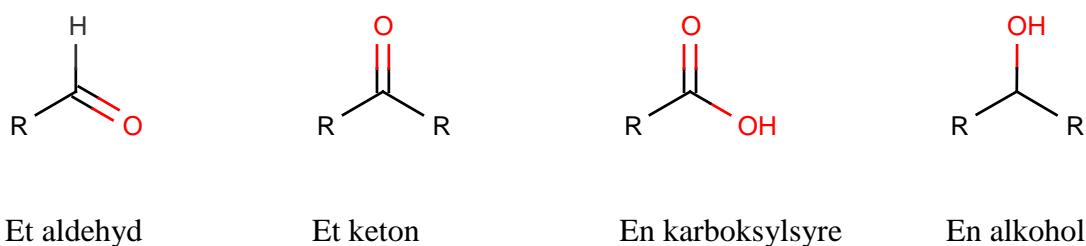
For å gi gummien forbedrede bruks- og lagringsegenskaper må den vulkaniseres.

Vulkanisering kan defineres som en prosess som øker tilbaketrekningskraften samtidig som permanente deformasjoner minskes i gummimaterialet når dette strekkes (Coran 2005:322). Dette gjøres ved å tilføre for eksempel svovel (S) under tilstrekkelig med varme til at S-atomene kan danne krysslenker mellom karbonkjedene. Dette fører til at det dannes et sammenhengende nettverk som svært motstandsdyktig mot ytre påvirkning. Dette gjelder både kjemisk og fysisk, som når gummien strekkes i illustrasjonen under (Coran 2005:322-323).



Figur 6: Krysslenkene utgjør den strukturelle forskjellen mellom uvulkanisert (a) og vulkanisert (b) naturgummi, og tilfører styrke når gummien strekkes (c)

Når naturgummi oksiderer påvirkes den i realiteten av frie radikaler som kan dannes i alle slags molekyler som utsettes for UV-stråler. I dobbeltbindingen mellom de to C-atomene i *cis*-1,4-polyisopren er det én pi- og én sigma-binding, heretter skrevet med de greske bokstavene π og σ . Av disse er π -bindingen den svakeste. Det ene av C-atomene som inngår i denne bindingen påvirkes av det frie radikalet, som deretter angriper CH₂-gruppen ved siden av slik at denne slipper et H-atom. Dette gir rom for at oksygen kan absorberes av molekylet, og resultatet kan bli at C-atomet som angripes av radikalet blir sentral i dannelsen av en av flere mulige, funksjonelle grupper (Wypych 2003:445-446):



Figur 7: Funksjonelle grupper som kan dannes når polymerer av *cis*-1,4-polyisopren oksiderer

Oksidasjonsprosessen som her er beskrevet, vil tilføre oksygen (O) til polymeren. Dette vil gjøre gummien gravis mer klebrig etter hvert som O-atomer absorberes i polymerstrukturen. Men det kan også hende at to hydrokarbonkjeder krysslenker, siden elektronene i de svake π -bindingene kan omdannes til sterkere σ -bindinger (Wypych 2003:445). Dette kan skje siden det er energimessig mest lønnsomt for C-atomene i π -bindingen å danne σ -bindinger i stedet, når kjedene ligger så nær hverandre at reaksjonen er mulig. På makronivå er det slik at krysslenkingen gjør gummien hardere og sprøere. Det relative forholdet mellom de to prosessene avgjør hvordan den generelle nedbrytningsprosessen for gjenstanden blir (Blank 1988:75-76).

5.2.2 Undersøkelse i ultrafiolett lys (UV)

Ved å bestråle en gjenstand med UV-lys, kan karakteristikker på overflaten fremstå tydeligere enn i vanlig, synlig lys. En UV-undersøkelse kan gjennomføres svært enkelt ved å rette strålen fra en UV-lampe mot gjenstanden i et mørkt rom, og deretter fotografere det lyset som reflekteres tilbake. Som med synlig lys, kan refleksjonen bestå av flere bølgelengder, også noen i den synlige delen av spekteret (Stuart 2007:75-76). Målet med undersøkelsen var å

finne ut om gummien hadde noen spesielle overflatekarakteristikker som følge av nedbrytningen i materialet. Til undersøkelsen ble studiets håndholdte UV-lampe benyttet.

UV-undersøkelsen var nyttig fordi den forsterket inntrykket av at overflaten er dekket av en svært finmasket oppsprekking. Nyere sprekkdannelser fremsto som fine krakeleringer i overflaten. Fordelen med undersøkelsen var at alle sprekkenes fremstod enda tydeligere enn i vanlig, synlig lys. Det var også lett å se at oksidasjonsprosessen er lengst fremskyndet på overflaten av gummien. Der hvor gummien var sprukket opp, så det ut til å pågå prosesser i takt med at sprekkenes etter hvert utvidet seg, og ferskere gummi ble frigjort for kontakt med atmosfærisk oksygen. Dette er helt i tråd med hvordan Connors med flere beskriver den sprekkevise nedbrytningen, hvor sprekkenes over tid blir dypere og får en v-form (2001:176-179). At gjenstanden står i et magasin uten klimaregulering og med vanlig, atmosfærisk luftkomposisjon, må på bakgrunn av disse funnene sies å være bekymringsverdig. Trolig vil det fortsette og dannes nye sprekker, og disse vil over tid utvides til den karakteristiske v-formen. Dette kan over tid føre til stadig større tap av gummimateriale, som er problematisk i forhold til en langsiktig bevaring av skrivemaskintrekket. Derfor anbefales det å oppbevare gummi i et oksygenfritt miljø, for å stanse eller senke hastigheten til denne prosessen (Shashoua og Thomson 1993:363-364). Det ble heller ikke funnet noen variasjoner i de områdene med tekstil som var synlige og tilgjengelige da skrivemaskintrekket ble undersøkt med UV-lys. Det måtte derfor konkluderes med at selv om UV ga utdypende informasjon om sprekkdannelser i gummien, ble det ikke funnet noen variasjoner i nedbrytningen av tekstilet. UV-undersøkelsen ga derfor lite informasjon utover den som allerede var innhentet under den visuelle undersøkelsen.

5.2.3 Preparering av prøvene før FTIR-analysen

Før det kunne gjøres detaljerte analyser av skrivemaskintrekket, måtte prøvene prepareres. Som tidligere nevnt var tilstanden til gummimaterialet på skrivemaskintrekket svært dårlig. Det var stivt og uhåndterlig, og prøver som ble hentet ut fra materialet var så stive at de hoppet rundt under håndtering. Det ble derfor besluttet å mykne dem for å gjøre dem lettere å håndtere under analysen. Dette ble gjort ved å tilføre en og en dråpe av løsemiddelet aceton, siden Loadman har anbefalt å bruke aceton til ekstraksjon ved analyse av naturgummi (1998:32). Han anbefaler aceton fordi dette løsemiddelet skal svelle gummien. Men i

mikroskopet var det lett å se at den svært nedbrutte overflaten også til dels ble løst opp. Derfor var det nødvendig å gjøre en sammenliknende analyse av ulike prøvebearbeidingsmetoder, for å undersøke om acetonet påvirket resultatene i nevneverdig grad. Det viste seg at resultatene ble nokså nøyaktig de samme uansett hvilken som metode som ble valgt, og siden aceton gjorde gummiprøvene mye mer medgjørlike, ble det valgt å gå videre med denne prepareringsmetoden til de resterende prøvene. Sammenligningen er å finne som vedlegg 8. Løse fragment som ble benyttet til identifikasjon av materialet, ble i tillegg homogenisert ved å løse opp gummien med større mengder aceton, og deretter finfordele den med en nr. 3 skalpell med blad nr. 11 fra Swann-Morton.

5.2.4 Undersøkelse med FTIR

Infrarød spektroskopi (IR) er en teknikk som benytter infrarøde stråler til å bevege de molekylære bindingene mellom atomene i et materiale (Stuart 2007:110). Det er kun kovalente bindinger, hvor to atomer som C-C og C-H deler et elektronpar, som kan beveges ved hjelp av infrarøde stråler. Derfor er IR-teknikker best egnet til organiske molekyler, fordi disse som regel er bygget opp av kovalente bindinger og alle er basert på grunnstoffet karbon, som er en av de viktigste grunnstoffene som kan danne slike bindinger (McMurry 2007:2). Fourier transformasjon infrarød spektroskopi (FTIR) er en mer avansert IR-teknikk hvor de infrarøde strålene påvirkes av et bevegelig speil slik at det oppstår interferens eller sammenblanding mellom dem. Fourier transformasjon er en matematisk metode som datamaskinen bruker for å kalkulere frem det resulterende spekteret. Meningen med denne utvidede prosessen er å modifisere signalet slik at resultatene skal bli så tydelige og konsistente som mulig. Spekteret baseres på signalet fra de modifiserte IR-strålene som først treffer prøven og deretter detektoren. Når de infrarøde strålene treffer prøvens overflate vil disse få bindingene i materialet til å bevege seg, og kort fortalt sier dataene som fanges opp av detektoren svært mye om materialets oppbygging (Stuart 2007:110-111).

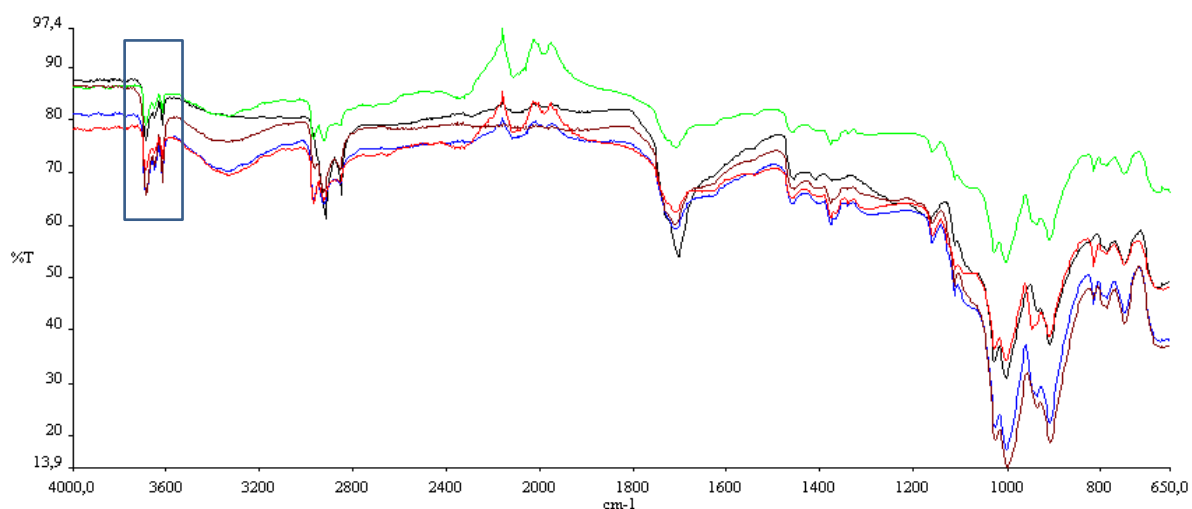
Metoden er så godt egnet til organisk materiale, fordi egenskapene til organiske materialer i stor grad bestemmes av molekylens oppbygging. Dette gjelder både de atomene et molekyl består av, men også bindingene mellom atomene. Svingninger i bindingene gir utslag i spekteret i form av bånd som varierer i utseende alt ettersom hvordan bindingene svinger. Bindingene i gummien endres både under produksjons- og nedbrytningsprosessen.

Endringene i materialet gir seg utslag i en endring av spekteret, og spekteret kan derfor indikere variasjoner i materialet som oppstår som følge av blant annet nedbrytningen. For eksempel kan oksygen tas opp i molekylærstrukturen på grunn av oksidasjonsprosessen. Dette var hovedårsaken til at FTIR ble valgt som metode for å studere nedbrytningsprosessen i gummi. Fordi gummiens kjemiske sammensetning vil endres under nedbrytningsprosessen, kan variasjoner i nedbrytningsgrad påvises ved å se på endringer mellom prøvene fra lite og svært nedbrutte områder i det samme materialet. Variasjonene mellom ulike prøver kan dermed brukes for å identifisere hva nedbrytningsprosessen gjør med gjenstanden. For eksempel kan et tydelig OH-bånd være et tegn på oksidasjon. Siden oksidasjon av blant andre Loadman blir beskrevet som en viktig mekanisme for nedbrytning av gummi, er det naturlig å se etter kjente nedbrytningsprodukter i spekteret, som de funksjonelle gruppene aldehyd, keton, karboksylsyre og alkohol (1991:68). Å gjøre en FTIR-undersøkelse er derfor en svært viktig brikke i puslespillet, nettopp for å få et helhetlig bilde av oppbyggingen til gummimaterialet og de nedbrytningsprosessene som foregår i det.

Connors og Murray med flere har undersøkt vulkanisert gummi som både var naturlig og kunstig aldret med ulike FTIR-teknikker og funnet at dette er en velfungerende teknikk for å studere nedbrytning i vulkanisert naturgummi (2001). Deres erfaringer var nyttige da materialets nedbrytningsgrad skulle undersøkes og spektrene tolkes. Til undersøkelsene i denne oppgaven ble det benyttet et "Spectrum One"-instrument fra Perkin Elmer tilknyttet en "Universal ATR Sampling Accessory". Vinduet hvor de infrarøde strålene passerte gjennom er laget av diamant (diamant/ZnSe). Resultatene ble analysert med programvaren "Spectrum" fra Perkin Elmer og boken "Infrarød spektroskopi i konservering" (Derrick et al. 1999). Alle spektrene ble tatt opp i "transmission"-modus.

Gummibeleget på skrivemaskintrekket ble identifisert som naturgummi ved hjelp av FTIR. Sterke bånd mellom $3000\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$ og $1450\text{--}1370\text{ cm}^{-1}$ er noen av kjennetegnene til hovedpolymeren i naturgummi, *cis*-1,4-polyisopren, og disse ble gjenfunnet i resultatene. Men et svakt, bredt bånd mellom $1700\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ som indikerer C=C-strekk, dukket ikke opp (Connors et al. 2001:170). Dette tyder på at polymeren har gjennomgått en endring. Sett i sammenheng med pH-resultatene er det naturlig å tro at endringen kommer av fotooksidativ nedbrytning som har dannet blant annet karboksylsyrer i gummien.

Resultater av FTIR-analysen		
Prøve nr.	Sted	Resultat
1	Høyre side ved korrodert metall	O-H-, CH ₂ -, CH ₃ - og C=O-bindinger påvist. Slak kurve omkring 1060 cm ⁻¹ , men ellers gjennomsnittlige bånd i fingeravtryksområdet
2	Venstre side uten korrosjon	O-H-, CH ₂ -, CH ₃ - og C=O-bindinger påvist som med prøve nr. 1, men med en tydeligere kul omkring 1060 cm ⁻¹
3	Toppen av trekket inntil revne	O-H-, CH ₂ -, CH ₃ - og C=O-bindinger påvist. Svært likt prøve nr. 2 hele veien unntatt et svakere bånd ved 814 cm ⁻¹
4	Baksiden ved innbrettet og klissete kant	O-H-, CH ₂ -, CH ₃ - og C=O-bindinger påvist. Tydeligst utslag helt til venstre i O-H-båndet av alle prøvene. Så å si fraværende kul omkring 1060 cm ⁻¹
5	Trolig fra alle sider av trekket	Kun utslag i O-H-båndet helt til venstre, ellers ble både CH ₂ -, CH ₃ - og C=O-bindinger påvist, sistnevnte med det tydeligste utslaget av alle prøvene. Sammenlignet med de andre prøvene var det store uregelmessigheter mellom 1370 og 1150 cm ⁻¹ , og 810 og 790 cm ⁻¹ i fingeravtryksområdet.



Figur 8: Det samlede FTIR-spekteret for alle gummiprøvene

FTIR-undersøkelsen ga i begynnelsen av spekteret et uventet, men sterkt bånd omkring 3700-3600 cm⁻¹, vist med en blå boks i figur 7. Et større bilde av det samlede spekteret er å finne som vedlegg 8. Alle prøvene hadde tydelige bånd som indikerte at den funksjonelle gruppen alkohol var til stede i gummi, både omkring 3650 cm⁻¹ og 1160-1000 cm⁻¹. Førstnevnte kommer av at O-H-bindingen strekkes, og kan sees i sammenheng med båndet ved siden av, som gir et ganske svakt utslag på O-H-strekk. Sistnevnte kan komme av en C-O-strekk, selv

om denne normalt forekommer i området $1260\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$, og deler av båndet mangler i de første 100 cm^{-1} (Glagovich 2005).

O-H-båndet er ett av flere steder i spekteret som kan indikere tilstedeværelsen av de produkter som dannes under oksidasjonsprosessen i gummi. Det ville vært mest naturlig at de stiveste og mest nedbrutte områdene av trekket ble reflektert gjennom et sterkere utslag i dette båndet, men alle prøvene ga forbløffende like resultater. Prøve nr. 4 har faktisk det dypeste båndet omkring 3650 cm^{-1} . Prøve nummer 3 som vi burde forvente at ga et sterkt bånd her, har heller det svakeste. C=O-bindingen er en annen indikator på oksidativ nedbrytning. Denne strekkes i området $1850\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$, og ketonbindingen gir et markant bånd omkring 1710 cm^{-1} (Derrick et al. 1999:94). Dette korresponderer bra med alle prøvene unntatt de løse fragmentene i prøve nr. 5, som har bunnpunktet på 1704 cm^{-1} . Dette stemmer bedre med båndet til karboksylsyrer, som ligger mellom 1730 og 1700 cm^{-1} (Glagovich 2005). De fleste av prøvene har bånd som ser ut til å være vridd mot 1700 cm^{-1} nær bunnen, som kan tyde på at det egentlig er C=O-bindingen i karboksylsyrer som kan identifiseres i spekteret. Igjen stemmer funnene med de målte pH-verdiene, som indikerte tilstedeværelsen av syrer i skrivemaskintrekket.

Mellom 3000 og 2800 cm^{-1} er det sterke bånd som kommer av at C-H-bindinger strekkes. Bindingen strekkes for metylengrupper (CH_2 -) omkring 2925 og 2850 cm^{-1} . Dette stemte bra med en tydelig strekk nær begge punkter i spekteret. Men prøvene 1, 2 og 3 fikk større utslag ved 2925 cm^{-1} , noe som tyder på at det er en overvekt av asymmetriske metylengrupper i disse prøvene sammenlignet med de andre. Dette kan være et tegn på mer utstrakt nedbrytning i disse prøvene, som alle stammer fra toppen eller sidene av skrivemaskintrekket, noe som stemmer bra overens med de målte pH-verdiene.

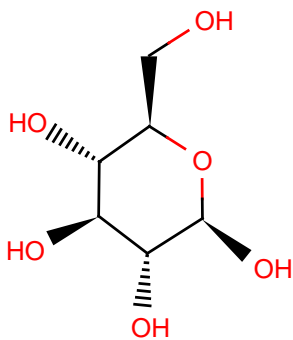
5.3 Tekstil

5.3.1 Kjemisk og fysisk oppbygging

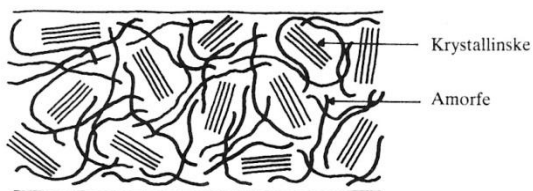
Tekstiler som bomull og lin er bygget opp av cellulosemolekyler. Cellulose er en naturpolymer som er bygget opp av lange karbonkjeder. Disse er satt sammen av monomeren β -D-glukose, som er én av to mulige konformasjoner av D-glukose (Tímár-Balázszy og Eastop

1998:19-20). Monomeren er en ringstruktur, ringene er bundet sammen gjennom eterbindinger, og funksjonelle OH-grupper er knyttet til ringene, se figur 11 og 13.

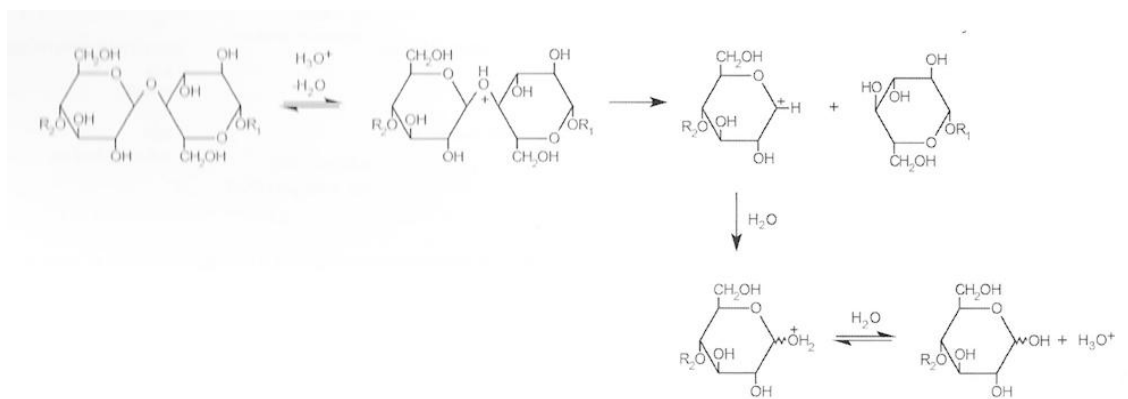
Alle nedbrytningsreaksjoner i cellulosefibre, også fotooksidativ nedbrytning, innebærer at de lange cellulosekjedene "kuttet opp" i mindre deler. Figur 13 viser hvordan syrekatalysert hydrolyse deler eterbindingene som fører til at cellulosekjedene splittes opp. Fordi det dannes nye syrer av reaksjonen, vil denne fortsette å gå så lenge forholdene ligger til rette for det, som i dette tilfellet krever et visst fuktinnhold. Som en følge av at cellulosekjedene splittes opp, vil bomullsfibrene tåle mindre håndtering før de brekker, sammenliknet med ikke-nedbrutte fibre.



Figur 9: β -D-glukose (Tímár-Balázs og Eastop 1998:20)



Figur 10: Forskjellen på krystalline og amorfe områder (hentet fra Bergstøl (1989:14))



Figur 11: Hvordan syrehydrolyse forårsaker avkorting av cellulosekjeden (Strlič og Kolar 2005:34)

Tekstilens egenskaper bestemmes i stor grad av deres krystallinitet. I krystallinske områder er cellulosemolekylene ordnet tett sammen i bunter, noe som gjør det vanskelig for væsker, forurensninger og fargestoffer å trenge inn mellom molekylene. I amorfe områder har derimot molekylene en løsere og mindre ordnet struktur. Her har både vann, forurensninger og fargestoffer lettere tilgjengelighet, og dermed blir disse områdene mer utsatt for negativ påvirkning enn de krystallinske områdene. Figur 12 viser en teoretisk fremstilling av denne variasjonen i cellulosestrukturen.

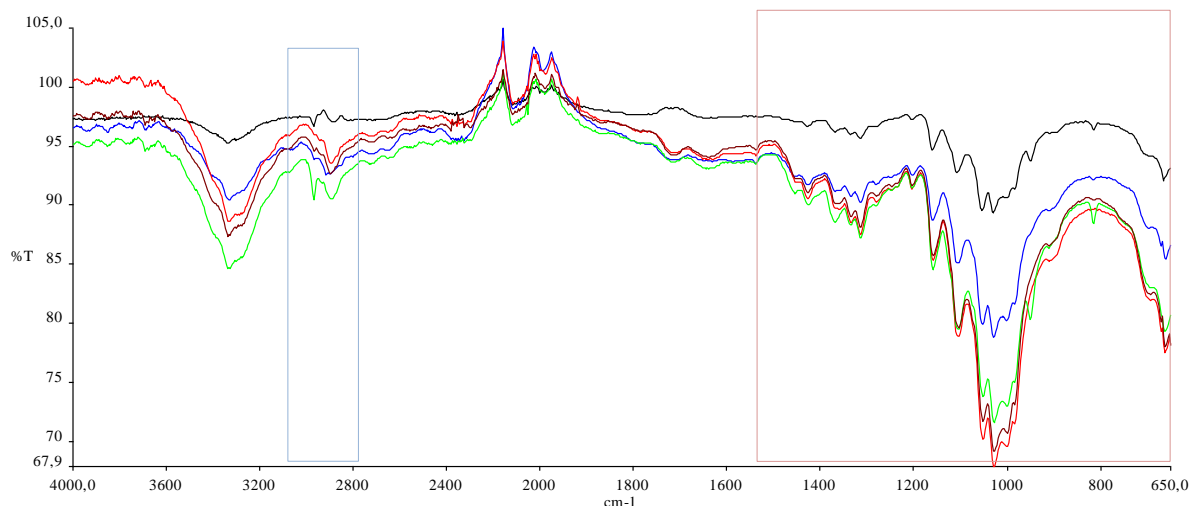
5.3.2 Undersøkelse med optisk mikroskop

Det ble forsøkt å gjøre både tverrsnitt- og lengdesnittanalyse av tekstilet i skrivemaskintrekket med optisk mikroskop. Til tverrsnittanalysen ble det først tredd i hvit polyestertråd i ett av hullene i en 2 mm tykk stålplate, som hver måler 1 mm i diameter. Formålet var å fylle dette såpass opp at det ville holde å tre originaltråden fra gjenstanden igjennom hullet bare én gang for å fylle hullet. Det er viktig at hullet er fylt så ikke tråden følge med når tverrsnittet skjæres med barberblad på over- og undersiden av platen. Dessverre var tekstilfibrene så sprø og skjøre at de var svært vanskelige å tre gjennom hullet uten at de brakk. Da dette endelig gikk ble både nye og gamle fibre dratt ut av hullet da snittet skulle skjæres, fordi de ikke satt godt og tett nok sammen. Selv om det til sist ble tatt et tverrsnitt, ble ikke fibrene skåret rett over. Dette førte til at fibrene ble så vanskelige å tyde at det eneste som kunne sies med sikkerhet var at de var cellulosebaserte. På grunn av fibrenes nedbrytningsgrad burde nok heller disse vært støpt inn i parafin og deretter skåret i løvtynne snitt.

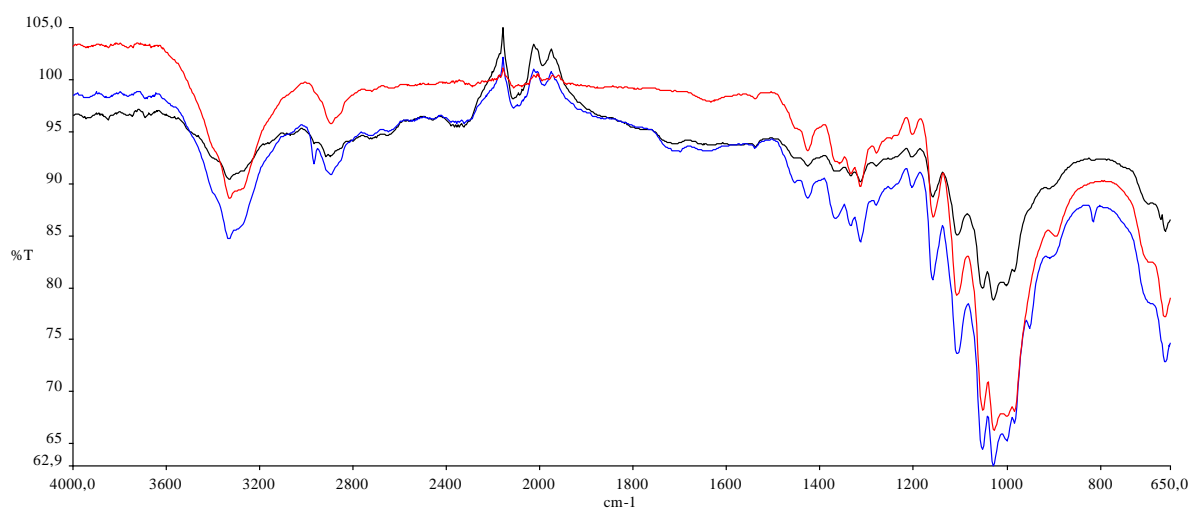
Identifikasjonen måtte derfor baseres på lengdesnitt. Heldigvis er bomull svært lett å identifisere, siden dette er den eneste naturfiberen som ser ut som kollapsede sugerør i mikroskopet. Det ble i tillegg til identifikasjonen også forsøkt å studere fibrenes nedbrytningsgrad i mikroskopet. Men på grunn av et trangt tidsskjema og en erkjennelse om at dette er et område som krever lange studier for at det skal kunne trekkes noen gode konklusjoner, ble forsøket oppgitt. En viktig erkjennelse er at dette i likhet med FTIR er en metode som i stor grad hviler på subjektive vurderinger av rent visuelle variasjoner. Konklusjonen ble derfor at det var lite å hente på å gå videre med mikroskopianalysen for å sammenlikne nedbrytningsgrad.

5.3.3 Undersøkelse med FTIR

Siden tekstilet i skrivemaskintrekket allerede var identifisert som bomull ved hjelp av optisk mikroskopi, ble denne kunnskapen lagt til grunn for FTIR-undersøkelsen. Et stort bilde av det samlede spekteret for alle prøvene er å finne i vedlegg 9. Vasket og bleket bomull består av opptil 99 % cellulose, men kan også inneholde noe vann avhengig av fuktighetsinnholdet i lufta som omgir den (Tímár-Balázsy og Eastop 1998:33). Spektrene til alle de 5 tekstilprøvene hadde sterke bånd som indikerte at O-H-bindingen ble strukket under analysen. Derrick med flere hevder at OH-båndet til karboksylsyrer er bredt og sentrert rundt 3400 cm^{-1} . Tekstilprøvene hadde alle brede bånd, til og med prøve nr. 3, selv om det her knapt var noe utslag i OH-båndet i det hele tatt. Bunnpunktet i dette båndet hos alle de 5 prøvene viste seg å ligge omkring 3330 cm^{-1} , som sammenfaller bedre med NH-båndets senter, omkring 3350 cm^{-1} (Derrick et al. 1999:93). På bakgrunn av dette resultatet oppstod det en mistanke om at materialet kunne være forurensset, for eksempel som følge av nedbrytningsprosessen.



Figur 12: Det samlede FTIR-spekteret for alle 5 tekstilprøvene



Figur 13: En sammenlikning mellom ren bomull, og to prøver fra trekket hvorav bare den ene var godt rensset

Den blå boksen i det øverste spekteret markerer båndet hvor C-H-bindingen strekkes. Legg merke til at prøve nummer 3, som er den grønne linjen, har to markante utslag i dette området. Et liknende mønster er ikke like markant, men også til stede i den sorte linjen. Denne tilhører prøve nummer 6, en løsthengende tråd fra toppen av skrivemaskintrekket som så ut til å ikke ha vært i direkte kontakt med gummien på flere år. For akkurat dette båndet i spekteret sammenfaller resultatet av de to prøvene svært godt. De to bunnpunktene i dette båndet ble for prøve 6 målt til 2967 og 2883 cm^{-1} , mens litteraturen oppgir at C-H-bindingen til metylgrupper (CH_3 -) strekkes nær 2962 og 2872 cm^{-1} (Derrick et al. 1999:94). Mest sannsynlig kan de påviste metylgruppene stamme fra gummi som har forurenset prøvene,

siden denne forstyrrelsen samsvarer fint med det samme området i spekteret til gummiprøvene, se figur 7. Den grønne og den sorte linjen i spekteret skiller seg ut fra de øvrige på to steder, i den blå boksen til venstre, og i den røde boksen på toppen av buen til høyre i spekteret. Siden forstyrrelsen i den blå boksen kan stamme fra gummiforurensning i prøven, er det grunn til å tro at akkurat disse to ikke var godt nok rensset da analysen ble foretatt. Under tolkningen av det samlede spekteret ble det derfor valgt å se bort fra disse to områdene da resultatene fra alle prøvene skulle sammenliknes. Før alle prøvene ble analysert, ble det gjort en test hvor prøve nummer 1 ble sammenliknet med tekstilfibre som ikke var skikkelig rensset, og en prøve av ren bomull, av samme type som brukes til rensing i konserveringslaboratoriet. Spekteret i figur 13 viste at det er gummiforurensning som er skyld de påviste metylgruppene og forstyrrelsen ved 800 cm^{-1} .

Den røde boksen i det øverste av spektrene markerer en del som kalles fingeravtryksområdet. Her er det normalt så mange interaksjoner mellom bånd som følge av bevegelser i molekylene, at det er umulig å skille båndene distinkt fra hverandre. Allikevel er informasjonspotensialet i dette området meget høyt, fordi hvert stoff og hvert materiale har sitt eget unike fingeravtrykk. Tolkningen forvanskes når det ikke er tale om rene stoffer, men i stedet blandinger av ulike stoffer, eller variasjoner som følge av nedbrytning. Allikevel går det an å hente ut noe informasjon om de ulike prøvene.

Resultater av FTIR-analysen		
Prøve nr.	Sted	Resultat
1	Høyre side ved korrodert metall	OH- og CH ₃ -bindinger påvist
2	Venstre side uten korrosjon	OH- og CH ₃ -bindinger påvist
3	Toppen av trekket inntil revne	OH-binding og to CH ₃ -bånd påvist
4	Baksiden ved innbrettet og klissete kant	OH- og CH ₃ -bindinger påvist
6	Toppen av trekket i revnen, like inntil prøve nr. 3	Svakt utslag i OH-båndet, to CH ₃ -bånd påvist

5.3.4 Kjemisk test for påvisning av sulfider

Azide-testen påviser svovel som gjennom reduksjonsreaksjoner kan omdannes til flyktige forbindelser. Testen brukes til å påvise om tekstilfibre inneholder sulfidioner, ved at disse vil medføre at en løsning av natrium-azide og jod (I) reagerer og danner nitrogengass (N_2). Er det sulfidioner til stede i fibre, vil N_2 -gassen dannes som små bobler rundt fibre (Thickett og Lee 2004:16). Siden det ikke kunne påvises noen sammenheng mellom syrer i skrivemaskintrekket og korrosjon på skrivemaskinen, ble azide-testen valgt for å få svar på om hydrogensulfidgass (H_2S) i stedet var årsaken til korrosjonen. Testen ble gjort på et begrenset antall tekstilfibre fra de samme prøvene som var blitt undersøkt med tidligere analyser. Litt av dette materialet var holdt utenfor tidligere tester og var uberørt av tidligere prøvepreparering. Fibrene som ble brukt til denne testen ble hentet fra det uberørte materialet for at resultatene skulle bli så sikre som mulig. En ferdiglaget og nokså fersk løsning av natrium-azide og jod forberedt etter Thickett og Lees anvisning var tilgjengelig i laboratoriet. Istedenfor 0,05 M Convolve jodløsning, var det i denne brukt jodpellets løst i nøytralt, destillert vann (Taylor: Personlig kommentar 2011). Reagensløsningen ble tilsatt fibre med pipette under arbeidsmikroskopet. Svakheten til denne testen er at resultatene blir subjektive, fordi det skilles mellom få, mange eller ingen bobler (Thickett og Lee 2004:16-17). Fotografier av resultatene finnes i vedlegg 10. Ikke uventet ga prøve nr. 1, 2 og 3 som var fra henholdsvis sidene og toppen av skrivemaskintrekket, et tydelig positivt resultat. Det var vanskelig å se noen tydelig forskjell i mengden bobler mellom de tre prøvene. Prøve nr. 4 produserte mindre bobler enn de øvrige.

5.4 Skrivemaskinen

5.4.1 Undersøkelse med røntgenfluorescens (XRF)

For å fastslå sammensetningen av metaller i de ulike delene av skrivemaskinen, ble flere ulike punkter på skrivemaskinen analysert med røntgenfluorescens (XRF). Det viktigste kriteriet for valg av disse punktene var representativitet, de ble valgt for å skulle representere metallsammensetningen i alle de ulike metalldelene. Utvalget ble tatt på bakgrunn av variasjoner i farge og slitasje, som ble vurdert å være de viktigste indikasjonene på variasjoner i metallsammensetning. Basemetallet var bare sporadisk tilgjengelig for analyse.

Fordi basens overflate er grønnlakkert, og XRF er en overflateteknikk, var det nødvendig å måle punkter hvor lakken var helt eller delvis fraværende, for eksempel som følge av slitasje.

Metoden går ut på å benytte røntgenstråler for å fremprovosere elektronhopp mellom de ytre elektronskallene i større grunnstoffer. Det er en ren overflateteknikk, hvor røntgenstrålen treffer materialets overflate, interagerer med denne, og når et elektron hopper innover mellom elektronskallene, avgis det en stråle som så fanges opp av apparatet (Stuart 2007:234-235). For at metoden skal kunne fange opp et grunnstoff, må dette ha en viss atomvekt og minst 3 elektronskall. Dette gjør at ingen grunnstoffer som er lettere enn magnesium (Mg) vil bli registrert av apparatet, og dermed er metoden uegnet til bruk på for eksempel organiske forbindelser. Men den er særlig nyttig til gjenstander laget av metall. Metoden ble valgt fordi den passer perfekt til en enkel identifikasjon av metallsammensetningen i skrivemaskinens ulike deler.

5.4.2 Resultat

Undersøkelsen av metallinnholdet på ulike deler av skrivemaskinen, viste at denne i all hovedsak er laget av jern. Basemetallet under den grønne lakken består hovedsaklig av jern, men inneholder også litt bly. Alle deler i blankt metall er forniklet. Her ga metoden like store utslag på to metaller: Jern og nikkel. Trolig skjedde dette fordi nikkellaget er svært tynt og delvis slitt bort flere steder, slik at metoden også gir utslag på basemetallet som ligger under. Undersøkelse av lakken ga et veldig svakt utslag på kalsium. Én av de gråbrune skruene på den korroderte høyre siden av skrivemaskinen ble undersøkt for å finne ut om fargeforskjellen skyldtes variasjon i metallinnhold eller bare korrosjon. Den var mørkere enn resten av det forniklede metallet, og viste seg å kun inneholde jern. Fargen må vi derfor kunne anta skyldes korrosjon, sannsynligvis et oksid, siden av resten av gjenstanden også bærer preg av oksidasjon. Blekkbåndholderen lokalisert midt på skrivemaskinen var også av jern og nikkel, men inneholdt i tillegg litt kobber. Den eneste delen som hadde noe mer enn spor av kobber, var klokken på baksiden til høyre på skrivemaskinen. Denne var laget av en kobber-, nikkel- og sinklegering, bedre kjent som nysølv. Nysølv har gode kaldbearbeidingssegenskaper og er mye brukt til blant annet optiske instrumenter, spisebestikk og glidelåser (Corneliussen 1974:14-15).

5.4.3 pH-test

Det ble også foretatt en pH-test på noen få, utvalgte steder på skrivemaskinen, for å forsøke og finne ut om den kunne ha blitt påvirket av syrer under nedbrytningen av gummi- og tekstilmaterialet i trekket. Fordi det på én og samme metall del fantes korrosjon på høyre, men ikke venstre side av skrivemaskinen, ble det gjort en pH-test på hver av disse sidene. Samme fremgangsmåte ble fulgt som under testene av gummi og tekstil, og resultatene var helt entydige: Metallet var nøytralt, med en pH-verdi omkring 7,1. Også tre av tastene ble testet. "FIG"-tasten på venstre side ble målt til pH 7,3 - 7,5, mens "Z" og "O/9" ble målt til pH 6,6.

5.4.4 Hva skrivemaskintastene kan være laget av

De første plasttypene som kom på markedet var semi-syntetiske, som vil si at de ble laget som modifiserte naturpolymerer. Det ble eksperimentert med å løse opp cellulose med ulike syrer for å få en deig som så kunne formes til ulike produkter. Cellulosenitrat ble oppfunnet av Christian F. Schönbein da han i 1846 klarte å løse cellulose i salpeter- og svovelsyre. Alexander Parkes modifiserte plasten ved å tilsette varm kamfer til løsningen, som fungerer som en mykgjører. John Wesley Hyatt videreutviklet Parkes' idé og patenterte en stabiliseringsmetode for cellulosenitrat i 1870, og produktet kalte han Celluloid. Produktet ble brukt til å lage imitasjoner av eksklusive naturmaterialer som skilpaddeskall, elfenben og perlemor. Selv om Hyatts forbedrede produkt reduserte eksplosjonsfaren knyttet til cellulosenitrat, var dette fortsatt et svært brennbart materiale (Shashoua 2008:22-24, Mossmann 1997:27-31). I 1869 fant den tyske kjemikeren Schutzenberger på å bruke eddiksyre istedenfor salpetersyre til å løse opp cellulose. Prosessen resulterte i celluloseacetat, som etter hvert ble populært som et tryggere alternativ til det lettantennelige cellulosenitrat. Senere ble celluloseacetat tilgjengelig i et formbart pulver som gjorde det like anvendelig som cellulosenitrat. Celluloseacetat ble fra da av formet til tredimensjonale produkter under merkenavnene Bexoid, Clarifoil og Tenite. Allikevel fortsatte cellulosenitrat å være populært til imitasjoner av eksklusive naturmaterialer. Siden disse to plasttypene var de eneste som fantes på markedet da skrivemaskinen ble produsert i 1919, var det grunn til å tro at tastene måtte være produsert av enten cellulosenitrat eller celluloseacetat.

5.4.5 FTIR og kjemisk test

Under FTIR-undersøkelsen av gummi og tekstil, ble også en av tastene undersøkt, siden den var så liten at den kunne klemmes mot vinduet på instrumentet, og det derfor ikke var behov for å ta noen prøve. Spekteret ble undersøkt opp mot databasen som lå inne i datamaskinen tilknyttet instrumentet, og resultatet var 77 % treff på cellulosenitrat. Dette er et ganske bra treff, men for å kunne si at tastene faktisk er av cellulosenitrat, burde det vært mer enn 90 % sammenfall med spekteret i databasen. Fordi museet ønsket en sikker identifikasjon, ble det bestemt å gjøre en kjemisk test for å stadfeste dette. En 0,5 % løsning av difenylamin i konsentrert svovelsyre forberedt etter anvisning av Williams (1994:1), var allerede tilgjengelig i laboratoriet. Til testen ble det skrapet av mikroskopiske flak fra undersiden av to av tastene; den hvite "O/P"-tasten og den svarte "RIGHT"-tasten. Den hvite skrapeprøven gikk det an å se at ble misfarget straks en dråpe av reagensløsningen ble tilsatt prøvematerialet. Etter hvert ble mer og mer av den mørkeblå misfargingen dratt utover i dråpen inntil denne ble helt blåfiolett, se figur 32. Det gikk ikke an å observere noen misfarging i den svarte skrapeprøven, men også her ble blåfiolett misfarging dratt utover i dråpen, se figur 35. I begge tilfeller ga testen et positivt resultat, og det kunne derfor konkluderes med at tastene var laget av cellulosenitrat, også kjent under merkenavnene Parkesine og Celluloid. Dette var den første delvis syntetiske plasttypen som kom på markedet, og materialet hadde vært i bruk i nesten 50 år da skrivemaskinen ble produsert i 1919 (Shashoua 2008:22-23).

6 Diskusjon og valg av behandling

6.1 Diskusjon av resultater

Den visuelle undersøkelsen ga klare indikasjoner på at skrivemaskintrekket var i ulike stadier av nedbrytning. På bakgrunn av litteraturstudiene var det grunn til å tro at oksidasjonsreaksjoner i både gummi og tekstil var hovedårsaken til de fysiske og kjemiske tegnene på nedbrytning. På toppen av trekket så tekstilfibrene ut til å være mekanisk svekket, fordi de var svært oppfliset omkring en stor revne langs sømmen på høyre side. Dannelsen av nedbrytningsprodukter som følge av oksidasjonsprosesser i gummien ble tidlig sett på som en plausibel forklaring på svekkelsen til tekstilfibrene. Gummien har utvilsomt vært svært utsatt for fotooksidativ nedbrytning på toppen av skrivemaskintrekket, siden kombinasjonen av luft og lys er nødvendig for at oksidasjonsprosessen skal fortsette å gå. På toppen av trekket kan rikelig med tilgang på lys ha muliggjort en hurtigere fotooksidativ nedbrytning enn i mer beskyttede områder lenger ned på trekket, som sannsynligvis har ligget mer i skyggen. Men kunne dette være hele forklaringen? Eller kunne det tenkes at det foregår nedbrytningsprosesser i selve tekstilet som bidrar til å svekke tekstilet, og kanskje også gummien?

Oksidasjonsprosessen i cellulose gjør at det dannes karbonylgrupper i molekylerne. Disse fungerer som fargebærere ved å danne konjugerte dobbeltbindinger sammen med resten av molekylærstrukturen, og dette forårsaker misfarging (Tímár-Balázszy og Eastop 1998:25). Årsaken til at for eksempel gulrot har så sterk farge, er de konjugerte dobbeltbindingene, som betyr at karbonkjeden er lenket sammen med annenhver enkelt- og dobbeltbinding (McMurry 2007:442-443). At tekstilet hadde en gul-brun fargetone, var lett å observere over hele trekket, og dette førte til en mistanke om at det fantes en sammenhengen mellom misfarging og oksidasjonsprosesser i bomullstekstilet. Da noen tekstilfibre ble skåret over med skalpell for å ta ut prøver til analysene, viste det seg at disse egentlig var hvite, som langt på vei beviste at tekstilet er misfarget som følge av fotooksidativ nedbrytning. Derfor var det grunn til å tro at tekstilet også kunne ha en negativ innflytelse på gummien, hvis karbonylgruppene beviselig omdannes til syrer i skrivemaskintrekket. Når karbonylgruppene oksiderer videre, vil de omdannes til fargeløse karboksylsyrer, som gir tekstilet en blekere farge (Tímár-Balázszy og

Eastop 1998:26). pH-testen viste at syreinnholdet i gummi og tekstil på én og samme prøve var nokså likt, noe som gjaldt for alle prøvene. Dette kan indikere at nedbrytningen i de to materialene har en gjensidig påvirkning. Men selv om verdiene er nokså like, kan den ene av materialene allikevel være den dominerende nedbrytende faktoren i skrivemaskintrekket.

På sidene av skrivemaskintrekket var det tett kontakt mellom metallet på skrivemaskinen og trekket. Kontakt med metaller er i følge Nuttgens og Tinker skadelig for både gummi og cellulosebaserte tekstiler, som begge finnes i skrivemaskintrekket (2000:25). Særlig utfordrende var det at metallene så ut til å være svært ujevnt korrodert mellom de to sidene av skrivemaskinen. På den mest korroderte siden var det naturlig å forvente seg funn av de største konsentrasjonene av nedbrytningsprodukter i trekket. Karboksylsyrer er ett av sluttproduktene fra oksidasjonsprosessen, og det var grunn til å forvente en lavere pH-verdi på siden hvor metallet var korrodert. Men syreinnholdet her var ikke noe markant annerledes enn på den andre siden av trekket, hvor metallet som dette hadde vært i kontakt med ikke viste tegn til korrosjon. Den ujevne korrosjonen måtte derfor ha en annen forklaring. Andre forurensningsstoffer som kan forårsake korrosjon er blant annet svoveldioksid (SO_2), hydrogensulfid (H_2S) og ozon (O_3). Nedbrytning av vulkanisert naturgummi er en viktig kilde til hydrogensulfid. Dette kan være en alternativ forklaring på den gulbrune misfargingen av tekstilet, siden misfarging av tekstil er et annet symptom på hydrogensulfidets skadevirkninger (Hatchfield 2002:21). Når pH-testen derfor indikerte at syrer ikke kunne være årsaken til den ujevne korrosjonen, måtte det antas at hydrogensulfid i stedet kunne være årsaken. Dessverre er dette en svært flyktig gass det er svært vanskelig å påvise direkte. Selv om tilstedeværelsen av skadelig H_2S -gass ikke kunne påvises, kunne det allikevel antas at dette var den mest sannsynlige årsaken til at metallet på skrivemaskinen korroderte. Men da ble det store spørsmålet; hvorfor var korrosjonen så ujevn?

Det er trolig ikke bare H_2S -gass som har medført korrosjonen på den ene siden av skrivemaskinen. Hvis vi ser på hvordan skadelige forurensningsstoffer dannes, er det eneste svoveldioksid, hydrogensulfid og ozon har til felles, at alle dannes under påvirkning av sollys (Hatchfield 2002:21). I sollyset finnes alle typer bølgelengder. Radiobølger, mikrobølger, røntgen- og gammastråler filtreres alle vekk av atmosfæren, mens ultrafiolett, infrarødt og synlig lys når ned til jordoverflaten. Men sammensetningen av de synlige og nær synlige bølgelengdene i det elektromagnetiske spekteret varierer i forhold til tid på dagen, sted og

aktuelle værforhold. Allikevel hevder Brill at det bare er omtrent 3 % UV-stråler som når ned til jordoverflaten (1980:18-19). Ozon dannes når vanlig oksyngengass (O_2) bestråles med UV-stråler, eller i elektrisk utstyr som for eksempel printere og kopimaskiner (Hatchfield 2002:21). Den viktigste kilden til H_2S og SO_2 er luftforurensning som følge av menneskelig aktivitet, men begge dannes også i oksiderende gummi (Hatchfield 2002:10). Hvis skrivemaskinen har stått på et skrivebord med den ene siden vendt mot et vindu, kan det teoretisk ha blitt dannet flere forurensningsstoffer på den siden av trekket som stod i sollyset. Det at korrosjonen ser ut til å være nokså stabil, kan ha sammenheng med at den har blitt oppbevart i et lysregulert magasin siden 1985. Dette har trolig vært fordelaktig i forhold til å hindre ytterligere dannelsen av skadelig forurensning i skrivemaskintrekket.

Samlede resultater av analysene		
Prøve nr.	Sted	Resultat
1	Høyre side ved korrodert metall	Ca pH 5, som er litt surt. Gummien er noe surere enn tekstilet. FTIR-analysen viste størst likhet med prøve nr. 4, men i OH-båndet hadde prøve nr. 1 og 2 de største utslagene.
2	Venstre side uten korrosjon	Ca pH 4,5 som er ganske surt. Begge materialer er omtrent like sure. En dypere vik enn de øvrige prøvene på 948 cm^{-1} kan tyde på påvirkning av for eksempel alken eller den sterke syren sulfonat. Ellers samsvarer FTIR-spekteret for gummi svært tett med det til prøve nr. 1.
3	Toppen av trekket inntil revne	Ca pH 4,3 og surest i testen. Begge materialer er like sure. Størst usikkerhet og svakeste bånd i FTIR-analysen, men med en lignende uregelmessighet som prøve nr. 2 ved omtrent 945 cm^{-1} .
4	Baksiden ved innbrettet og klissete kant	Ca pH 7, som er nøytralt. Også her omtrent like verdier for både gummi og tekstil. Svært tydelig resultat lengst til venstre i OH-båndet, og et tydelig tyngdepunkt på CH_2 -gruppe omkring 2970 cm^{-1} i FTIR-spekteret for gummi.
5	Trolig fra alle sider av trekket	Noe mer usikkert resultat, men ca pH 5,9, som er såvidt syrlig. FTIR-undersøkelsen ga gjennomgående noe annerledes og mer usikre resultater, men spekteret viste det tydeligste utslaget i karbonylbåndet ($C=O$) av alle prøvene, som indikerer tilstedeværelsen av keton- eller karboksylsyre i prøven.
6	Toppen av trekket i revnen, like inntil prøve nr. 3	Også et noe usikkert resultat, men ca pH 5,7, som er lett syrlig.

Det mest bemerkelsesverdige resultatet av pH-testen var at to prøver som ble hentet ut like i nærheten av hverandre, skulle ha slikt et spenn i de målte pH-verdiene. Mens prøve nr. 3 ble målt til å være den sureste i testen, både på gummi- og tekstilsiden av prøven, var prøve nr. 6 såvidt syrlig. Sistnevnte var hentet fra enden av en løsthengende tråd i tekstilet som de siste årene sannsynligvis hadde vært utenfor direkte kontakt med gummimaterialet. Forskjellen i pH-verdi betyr at det var 15 ganger færre H^+ -ioner i de gummifrie tekstilfibrene enn de som lå tett inntil gummien. Basert på dette resultatet alene virker det som om gummien er det dominerende materialet i nedbrytningsprosessen. Og dette bildet blir langt på vei bekreftet av den visuelle undersøkelsen, hvor den stivnede gummien flere steder ser ut til å ha medvirket til mekanisk slitasje av tekstilfibrene. I tillegg ser det ut til at alle prøvene unntatt den løsthengende tråden har svake karbonylbånd, som er et tegn på nedbrytning, i FTIR-spekteret. Det var underlig at den svært sure prøve nr. 3 skulle gi så små utslag i O-H-båndet på gummi. En mulig årsak kan være at de målte syrene har gått tapt under pH-testen eller den påfølgende prøveprepareringen før FTIR-undersøkelsen ble gjennomført. Like sannsynlig er det at forskjellene er så små mellom prøvene, at disse ikke i tilstrekkelig grad kan belyse forskjeller i nedbrytning. Særlig problematisk er det faktum at spektrene til de ulike gummiprøvene kunne normaliseres i forhold til hverandre, da det ikke fantes tid eller ressurser til dette i arbeidet med oppgaven. Keneghan mente derfor at det var høyst usikkert om variasjoner i nedbrytningsgrad kunne spores i O-H-båndet (personlig kommentar 2011).

Flere steder rundt omkring på både skrivemaskinen og skrivemaskintrekket fantes det bevis for at gummien hadde vært igjennom en klebrig fase. Dette ga seg utslag i gummi klebet fast til lakken på skrivemaskinen, og papirbiter og andre fremmedlegemer inkorporert i gummien på trekket. I tillegg hadde gummien på baksiden av trekket blitt klebet sammen. En beskjedne økning i oksygeninnhold fra 0 til under 1 % er alt som skal til for at gummien gjennomgår en merkbare endring (Bebb 1976:95). Fra og med absorpsjonen av ca 0,5 % oksygen begynner gummien å bli klebrig. Svært beskjedne endringer skal altså til for at gummien blir oksidert til et merkbart mer klebrig stadium. Når det stadig høyere oksygenopptaket passerer 12 % vil gummien etter hvert gå fra å være klebrig til å bli stiv og oppsprukket (Feller og Encke 2002:377). Resultatene av pH-testen viste at de deler av trekket som var mest oppsprukket også var de sureste. I det mer skjermede området på innsiden av bretten bak på trekket, ble det derimot målt nøytrale pH-verdier. Dette gir mening, siden et lavere oksygenopptak i gummien også medfører færre ketongrupper som gjennom oksidasjonsprosessen kan omdannes til

aldehyder og videre til syrer (Wypych 2003:445-446). Som nevnt under resultatene av FTIR-undersøkelsen, kan karbonylbåndet i spekteret indikere tilstedeværelsen av flere funksjonelle grupper, både keton og karboksylsyre. Prøvene 1-4 hadde alle ganske like bånd i dette området, så det kan ikke konkluderes med at prøve nr. 4 har hatt et lavere oksygenopptak enn de øvrige. I stedet ser det ut til at gummien her ble sammenklistret i den klebrige fasen, og senere har stivnet som følge av et høyere oksygeninnhold. Den nøytrale pH-verdien kan komme av at karbonylgruppene her ikke har blitt omdannet til karboksylsyrer som tilfellet var på toppen av skrivemaskintrekket. Forhold knyttet til produksjonen av gjenstanden kan også være med på å forklare variasjonen i korrosjonsmønster. Hvis inklusjonen av forurensingsstoffer i gummien som stammer fra utvinningen eller bearbeidingen av denne, varierer mellom de tre delene trekket er sammensatt av, kan dette gi opphav til variasjoner i oksidasjonsgrad. Men det ble ikke funnet noen indikasjoner på dette, verken under den visuelle undersøkelsen, pH-testen eller FTIR-analysen.

6.2 Oppsummering og behandlingsmuligheter

Siden pH-testen viste at syreinnholdet i skrivemaskintrekket var moderat til høyt over store områder, ble det nødvendig å vurdere om dette var skadelig høyt. Fordi målet med oppgaven var å studere gjenstandens stabilitet i et lengre perspektiv, var det dessuten nødvendig å definere om surhetsgraden ville ha en merkbar innflytelse på gjenstandens stabilitet. Var de nivåene som ble funnet akseptable, altså at gjenstanden allikevel kan bevares i 100 år til, eller var de uakseptable, slik at noe måtte gjøres? Under behandlingen av en regnfrakk fra 1960-tallet, fant Stoughton-Harris pH-verdier omkring 5 på overflaten av tekstilet. Sammen med spor av misfarging som en følge av oksidasjonsprosessen, vurderte hun tekstilet som såpass surt at det å vaske ut de sure nedbrytningsproduktene kunne forsvares (1993:216-217).

Skrivemaskintrekket er like surt som regnfrakken var, men forskjellen er at gummibelegget er så tynt, skjørt og sprøtt at det er fare for store tap av originalt materiale om en slik behandling skulle forsøkes. Det ble derfor gått bort fra dette, og heller fokusert på å gjøre en overflaterens av gummien, for eksempel med en bomullspinne fuktet med destillert vann for å trekke ut syrer fra overflaten og fjerne støv. Støvet i de øvre områdene av skrivemaskintrekket kunne ha en sammenheng med at disse områdene fremstod som mer nedbrutt enn tilfellet var lenger ned. Støv kan nemlig bidra til sekundære nedbrytningsprosesser ved å trekke fuktighet og

forurensningsstoffer til gjenstandens overflate (Tétreault 2003:9). Med tanke på hvor nedbrutt skrivemaskintrekket allerede er, bør støv, forurensning og nedbrytningsprodukter som ligger løst på overflaten fjernes for å hindre ytterligere nedbrytning. Det samme anbefales for skrivemaskinen. I tillegg til å beskytte og stabilisere gjenstanden, gjør denne behandlingen at gjenstanden ser mer ivaretatt ut og vil fremstå mer estetisk tilfredsstillende.

For å undersøke om rensingen faktisk kunne fjerne syrer, ble det gjort en rensetest på toppen av skrivemaskintrekket hvor avgrensede områder ble renset og pH-testet. Resultatene viste at pH-verdien sank når gummien ble renset med destillert vann. Første rens ga $\text{pH} = 4,9$. Andre rens ga $\text{pH} = 4,4$. Deretter steg den gradvis igjen, og etter 4. runde med destillert vann ble pH-verdien målt til 5,9. Det destillerte vannet hadde omtrent nøytral pH-verdi. Selv om dette var et raskt og enkelt forsøk, viste det seg at den tilsmussede, oksiderte overflaten av gummien kunne variere mellom sur og nøytral. Men når en bomullspinne fuktet med vann ble dratt over ville noen av syrene trekkes ut av materialet. Syrer ville så fortsette å migrere til overflaten, selv etter gjentatte rensinger med vann, inntil denne bare var lett syrlig. Dette viste at lett overflaterensing ikke fjerner syrer, bare støv, og at dette støvet enkelte steder kan være nesten nøytralt. Men selv med nøytral pH-verdi, kan støvet allikevel være skadelig for gjenstanden, fordi det kan trekke fukt fra lufta til overflaten, og danne grobunn for skadelige nedbrytningsprosesser.

Det var forsket på bruk av FTIR til analyse av vulkanisert gummi, men artikkelen til Connors med flere ga ingen klare svar annet enn at fotoakustisk infrarød spektroskopi er en lovende metode. De måtte derfor til sist konkludere med at det er vanskelig å få gode og tydelige spektra. Brenda Keneghan påpekte også dette, da hun ble bedt om å kommentere undertegnede samlede spektrum over de ulike gummiprøvene (Personlig kommentar 2011). Hovedformålet med undersøkelsen måtte derfor modereres til å finne ledetråder som kunne brukes til å utdype noen forklaringsmodeller på hvordan gummiert tekstil brytes ned over tid. Det var aldri et premiss at det skulle bli funnet noen hellig gral innen nedbrytning og stabilisering av gummiert tekstil, men håpet var å kunne forstå i hvert fall noen av de prosessene som pågår i samkvemet mellom disse to materialene.

6.3 Konsekvenser for valg av behandling

Idealene for konservering av gjenstander krever at det skal benyttes mest mulige preventive metoder i behandlingen av gjenstanden. Derfor ble det valgt å fokusere på konstruksjonen av en støtte til skrivemaskintrekket, og å reparere riftene i tekstilet for å gi trekket litt strukturell støtte. Konstruksjon av en spesiallaget støtte er en anbefalt behandling av gummiert tekstil, fordi gummien har en tendens til å bli stadig hardere og stivere jo mer nedbrutt den blir (Nuttgens og Tinker 2000:25). Hvis gjenstandens form ivaretas, vil den derfor bare stivne i sin opprinnelige form over tid, istedenfor å bli deformert når svært svekkede områder gir etter. Slik skrivemaskintrekket så ut da det ankom konserveringslaboratoriet, kunne det potensielt ha stivnet til i en uønsket form hvis ikke noe hadde blitt gjort med det. Denne behandlingen er også estetisk fordelaktig, fordi den gir skrivemaskintrekket dets originale form tilbake.

For å velge det best egnede reparasjonsmaterialet til tekstilet, ble det fastsatt noen kriterier som et ideelt materiale burde oppfylle. Siden gummien var stivnet i årenes løp, hadde dette medført at også tekstilet var temmelig stivt, siden det kun var små, avgrensede områder som ikke var dekket av gummi. Et reparasjonsmateriale burde derfor ikke være for elastisk, men heller noe strammere, selv om det ikke var ønskelig med samme grad av stivhet som den allerede gummien har tilført gjenstanden. Idealet er altså et såvidt stivere reparasjonsmateriale i forhold til gjennomsnittet. Et annet viktig kriterium var tyngde. Siden skrivemaskintrekket er laget av et tynt og svært luftig vevd tekstil, ble det vurdert å være uheldig hvis reparasjonsmaterialet skulle tyngde ned de områdene hvor originaltekstilet hadde revnet. Dette kunne på sikt ha medført flere revner rundt toppen av skrivemaskintrekket, fordi dette simpelthen ikke ville kunne holde oppe både seg selv og reparasjonsmaterialet. Derfor var det viktig å finne et lett materiale som tilfører styrke istedenfor tyngde. Basert på disse kriteriene ble det valgt å bruke "silk crepeline", som er et svært populært men noe eksklusivt reparasjonsmateriale innenfor tekstilkonservering, siden dette fantes i konserveringslaboratoriet.

Resultatene fra de ulike undersøkelsene var svært viktige for å forstå hvor nødvendig det er at skrivemaskintrekket får bedre strukturell støtte. Ett alternativ kunne naturligvis være å ikke gjøre noe som helst. Dette ville hatt få konsekvenser for skrivemaskinen, men for trekket ville dette ha medført total ødeleggelse. Trolig ville det stivnet i en håpløs form rundt

skrivemaskindelene, og på ett eller annet tidspunkt når skrivemaskinen skulle på utstilling, ville konservatoren hatt få andre muligheter enn å skjære det løs fra skrivemaskinen. Selv om det kunne vært gjort mye mer for å sikre langsiktig bevaring, som for eksempel å oppbevare skrivemaskintrekket i et oksygenfritt miljø, var ikke dette en praktisk gjennomførbar konserveringsmetode. Å støtte opp trekket med en spesiallaget støtte og reparere hull og rifter med "silk crepline", ble derfor en gjennomførbar og fornuftig mellomløsning. Den sikrer en minimal inngripen som allikevel gir maksimal effekt, både estetisk og strukturelt. Forhåpentligvis er det også dette som skal til for å sikre skrivemaskintrekkets langsiktige bevaring.

7 Konservering av gjenstanden

Det første som ble gjort etter at gjenstanden kom til konserveringslaboratoriet, var å dokumentere den. Den ble fotografert fra alle vinkler slik den var, med skrivemaskintrekket som lå som en kollapset og uformelig haug over skrivemaskinen. Deretter ble det bygd opp og skåret til en støtte i "ethafoam" som skrivemaskintrekket skulle danderes over. Dette ble gjort for å forsøke og rette ut alle foldene som hadde dannet seg etter at gummioverflaten hadde stivnet. Håpet var at hvis tyngdekraften fikk virke i et par måneder, kunne det hende at det ikke ble nødvendig å rette ut trekket med andre, mer invasive metoder senere. Heldigvis viste dette seg å stemme. Riktignok ble ikke alle folder rettet helt ut, men trekket fremstod generelt sett mye bedre etter å ha fått rettet seg ut på den midlertidige støtten. Når trekket var tatt av skrivemaskinen kunne denne nå fotograferes alene. Skrivemaskintrekket ble fotografert på nytt på "ethafoam"-støtten. Deretter ble gjenstanden som helhet dokumentert skriftlig og undersøkt med de metoder det er redegjort for i kapittel 5. Illustrasjonene det refereres til i dette kapittelet er å finne i vedlegg 11.

7.1 Rensetest på skrivemaskintrekket

Siden skrivemaskintrekket var svært nedstøvet og noe tilsmusset, blant annet med korrekturlakk, var det nødvendig å rense det. De nokså lave pH-verdiene som ble målt på mer utsatte områder av trekket, var en annen bekymring. En våtrensing av hele skrivemaskintrekket var allerede vurdert bort, fordi gummiene mange steder var i ferd med å falle av tekstilet, og en slik behandling derfor ikke var etisk forsvarlig. Selv om tekstilet utvilsomt ville hatt godt av at syrer ble skylt ut fra det, ville behandlingen trolig ha medført et uakseptabelt tap av gummimateriale. Derfor ble det bestemt å forsøke rensing med bomullspinner. Bomullen kan fuktes i mange ulike rense- og løsemidler. Det vanligste er å bruke destillert vann. Det går også an å prøve tørrensing med bomullspinne, men da er ofte ulike typer svamper bedre å bruke. Spytt inneholder enzymer som gjør det mulig å rense enda bedre enn med vann. Et annet alternativ er å bruke en svært tynn vaskeløsning med et ikke-ionisk vaskemiddel som for eksempel Synperonic A7, etterfølgeren til Synperonic N. Til rensetesten ble det laget en 0,1 % løsning med dette vaskemiddelet løst i destillert vann, som anbefalt av Stoughton-Harris (1993:216-217). Williams mener at dette er til skade for gjenstanden, og at alle løsemidler, også vann, kan skade gjenstanden. Han anbefaler

tørrensing med børste eller støvsuger (Williams 1997:3). Å bruke støvsuger var uaktuelt på grunn av faren for å miste gummifragmenter under rensingen, og børsting ville bare ha spredd støvet rundt. Tørrensing med svamp har mange fordeler, hvorav den viktigste er at svampen utelukkende fjerner støv. Fordi tørrensing er den minst invasive rensemetoden, ble også polyuretansvamper forsøkt. Dette ble funnet å være tryggest når det er usikkerhet knyttet til skadevirkningene ved bruk av vann. Hvis polare løsemidler ikke kan benyttes, må upolare løsemidler forsøkes i stedet. Ulempen er at slike løsemidler kan være skadelig for helsen, og dette nødvendiggjør bruk av avtrekk eller maske under rensingen, som i enkelte tilfeller kan gjøre slike løsemidler problematiske og tungvinte å bruke. Men for sammenlikningens skyld ble det allikevel forsøkt med Shellsol D70, et svært rent white spirit-destillat. Siden det fra prøvebearbeidingen var kjent at både aceton og etanol kunne svelle og til dels løse opp gummien, ble disse polare løsemidlene ikke forsøkt i det hele tatt.

Tørrensingen med bomull var virkningsløs og direkte skadelig, fordi den tørre bomullen lett kunne vikle seg inn i delvis løsnede gummifragmenter slik at disse ble dratt av gjenstanden. Dette skjedde under testen selv i et område som var rimelig intakt og uten altfor mange sprekker. Tørrensing med polyuretansvamp var en tryggere og mer kontrollert måte å rense på, men den tok ikke alt støvet, og var som de andre metodene problematisk nær svært oppsprukkede og fragmenterte områder. Det ble derfor besluttet å unngå og rense i disse områdene. Destillert vann og Shellsol D70 var begge nokså ineffektive, men dro færre gummifragmenter ut fra overflaten av gjenstanden. Shellsol D70 får et stort minus for at det nødvendiggjør bruk av avtrekk og har implikasjoner knyttet til farlig avdamping fra bomullsdottene i flere timer etter bruk. Bomullspinne med 0,1 % løsning av Synperonic A7 i destillert vann etterfulgt av rent, destillert vann var det absolutt mest effektive alternativet ved våtrensing. Også denne metoden krevde varsomhet, men samtidig krevde den minst berøring av trekkets overflate sammenliknet med rent vann. På grunn av usikkerheten knyttet til hvordan vann påvirker gummien negativt over tid, ble det besluttet å fortsette med tørrensing med svamp, for å ivareta gjenstandens langsiktige stabilitet. Selv om dette ville medføre at noe støv ble værende på overflaten av skrivemaskintrekket, ble hele trekket rensset med polyuretansvamper. Dessverre tok ikke disse mer enn det aller øverste laget med overflatestøv, og det ble derfor værende igjen noe støv langs de utallige sprekkenes, hvor det var svært vanskelig å rense uansett hvilke metode som ble valgt. Fordelen med å bruke svamp

var at disse ikke fjernet mer enn høyst nødvendig, og derfor var dette tross alt en mer etisk forsvarlig måte å rense på.

7.2 Rensetest på skrivemaskinen

Også skrivemaskinen behøvde rensing, fordi det hullede skrivemaskintrekket hadde vært en dårlig barriere mot støv gjennom flere år, slik at skrivemaskinen over tid var blitt temmelig nedstøvet. I tillegg var den tilsmusset av tidligere klebrig gummi og dessuten av partikler som heftet seg til de oljede slidedelene da maskinen var i bruk. Først ble det forsøkt å bruke tørrensemetoder som tørr og lett fuktet mikrofiberklut på de grønnlakkerte delene, og polyuretansvamp på typearmer og andre mekaniske deler. Også bomullspinne med destillert vann og spytt ble forsøkt. I tillegg ble det på et lite, avgrenset område som lå gjemt under den lakkerte topprammen bak på maskinen, forsøkt med aceton og etanol. Destillert vann viste seg å være middels effektivt, men kan legge grunnlag for rustdannelser hvis det brukes så mye vann at det ikke tørker opp omgående. Spytt var som på trekket noe mer effektivt, sannsynligvis fordi enzymene letter opptaket av museumsstøv i bomullen. 0,1 % løsning av Synperonic A7 i destillert vann med påfølgende destillert vann ble også her forsøkt, men var ikke noe mer effektivt enn destillert vann alene. Aceton og etanol ble funnet å være altfor effektive, siden de begge, men i særdeleshet aceton, i tillegg til støvet også tok med seg litt av lakken og grønnfargen under.

7.3 Konstruksjon av støtte til skrivemaskintrekket

Fordi resultatene viste at skrivemaskintrekket hadde vært i en skadelig sameksistens med skrivemaskinen i mange år, ble det tidlig å konstruere en støtte til trekket for å kunne separere de to delene av gjenstanden. Slik ville museet stå friere i forhold til hvordan gjenstanden skal oppbevares, fordi skrivemaskinen og trekket ideelt sett bør oppbevares i ulike klimatiske miljøer. Støtten ble i tillegg laget for og rent fysisk virke stabiliserende på skrivemaskintrekket. Dette skulle nå få et tilpasset underlag, for å forhindre ytterligere sammenklebing og dannelse av rare folder etter hvert som gummien stivner til.

Siden skrivemaskintrekket er sydd i et snitt med to langsgående buer, var det naturlig å bygge støtten rundt en sentral buekonstruksjon som trekket så kunne tres ned over. Det ble vurdert flere ulike materialer og oppbygginger for å få til denne konstruksjonen. Det viktigste kriteriet for støtten var at den skulle være laget i et inert materiale som ikke ville fremskynde nedbrytningsprosessene i verken gummi eller tekstil. Dessuten burde den være elegant, slik at behovet for håndtering i forbindelse med undersøkelse og utstilling ble vesentlig redusert. Og for å kunne undersøke hele gjenstanden, også undersiden av tekstilet, ville det være en stor fordel om støtten var gjennomsiktig. For å få tips til materialvalg og konstruksjon ble det tatt kontakt med papirkonservator Cecilia Isaksson ved Moderna Museet i Stockholm som undertegnede visste var erfaren med konstruksjon av støtter i et pleksiglassliknende plastmateriale. Hun anbefalte Makrolon som viste seg å være et produkt som var vesentlig mer tilgjengelig i Stockholm enn i Oslo. Da det ikke lyktes å skaffe Makrolon, ble det i stedet kjøpt inn 2 mm tykke akrylark, bedre kjent som pleksiglass (polymetylmetakrylat), tilskåret i størrelse 220 x 1000 mm.

For å få til bueformen var det nødvendig å bøye til den fleksible pleksiglassplaten. Dette gjøres lettest ved å tilføre varme slik at plasten mykner, forme denne til mens den fortsatt er varm, og deretter la den avkjøles slik at plasten stivner i den nye formen. Det ble derfor viktig å finne riktig temperatur, og en måte å tilføre varmen til pleksiglassplaten slik at denne vil stivne i en bueform. Polymetylmetakrylat (PMMA) har en glasstemperatur på 85-105 °C ($T_g = 105\text{ °C}$) og smelter ved temperaturer høyere enn 160 °C ($T_m = 160\text{ °C}$) (Shashoua 2008:246). Innledningsvis ble det forsøkt å varme opp en testbit i varmeskap. Første forsøk ble gjort ved 105 °C, og deretter ble temperaturen økt trinnvis i 5-graders intervaller for å finne temperaturen hvor pleksiglasset ble mykt nok til å kunne formes til ved å bli klemmt mot en underliggende form. Først ved 130 °C holdt pleksiglassbiten seg varm lenge nok til at den kunne formes mot kanten av et lite begerglass. Dessverre kjølnet den svært fort, slik at det under bearbeidingen dannet seg en sprekk i plasten, fordi den da ble utsatt for fysisk press under materialets glasstemperatur. Derfor kunne ikke denne metoden brukes til tilforming av den store buen. En annen oppvarmingsmetode, nemlig varmluftpistol ble derfor forsøkt. Til testen ble det brukt en Cotech varmluftpistol hvor varmen kunne reguleres mellom 70 og 550 °C. Som tidligere ble det skåret av en liten bit fra pleksiglassplaten for å bruke til testen. Først ble det forsøkt å bare holde denne opp i den varme luftstrømmen med en varmebeskyttende hanske i Terry-tekstil fra Jomac, men selv med beskyttelse ble dette altfor

varmt. Pleksiglassbiten måtte derfor monteres i en skrustikke på et stativ, hvor den viste seg å være svært lett og varme opp. Da den var varm, ble den formet til i en bue ved hjelp av en pinsett. Forsøket var svært vellykket, men tydeliggjorde samtidig at det var lett å miste kontroll over temperaturen hvis varmluftpistolen ble holdt for nærme materialet, eller på samme sted for lenge av gangen. Det ble allikevel valgt å bruke varmluftpistol, fordi denne tross alt ga bedre kontroll over bøyningen enn oppvarmingen i varmeskap.

For å ha en form og bøye pleksiglasset i riktig bue, ble det ganske tidlig besluttet å konstruere en form av tre, fordi denne dermed kunne tilpasses skrivemaskintrekkets skjeve bueform. Denne kom av sammenklistringen nederst på baksiden og en stivnet skjevhet diagonalt mellom forsiden og baksiden som først ble tydelig da trekket hadde fått rette seg ut på ethafoam-støtten i omtrent to måneder. For å lage formen ble fem grove trefjølør kappet i fire nokså like lengder. Stavene i hver lengde ble skrudd sammen med kraftige terasseskruer og skåret til i bueform med båndsg, og pusset jevnt. Deretter ble de fire lengdene skrudd sammen på tvers med seks lange, kraftige terasseskruer. Formen ble til sist pusset jevn med sandpapir, se figur 36. Under tilformingene av pleksiglasset, ble det festet et silikonpapir over treformen. Midten av buen på formen og midten av pleksiglasset ble merket, og disse merkene ble plassert over hverandre. Pleksiglasset ble så klempt sammen med buen ved å varme opp med varmluftpistolen og gni plasten mot formen med en varmebeskyttende hanske, se figur 37. For å få solide bein på støtten, ble endene av pleksiglasset bøyd rundt kanten av arbeidsbenken. Fortsatt var støtten for ustabil, så en 2 mm tykk galvanisert stålvaier ble skåret til i ønsket lengde og rettet ut for å avstive støtten. Det ble deretter brukt Dremel med kappeskive for å skjære hakk midt på støttens bein som vaieren så kunne legges i og bøyes til mot endene. Vaieren og støtten ble festet sammen med ferdiglaget Paraloid B72-lim (polyetylmetakrylat) fra HMG. Støtten var nå klar til bruk.

7.4 Reparasjon av rifter og hull

Alle reparasjonsmaterialer har både fordeler og ulemper, men til skrivemaskintrekket ble det valgt å benytte crepine-silke som baksideforsterkning. Dette er et svært lett og luftig materiale, som allikevel er sterkt og holdbart, og det er mye brukt innen tekstilkonservering. Silken er opprinnelig svært lys, nesten hvit i fargen, og siden denne ville synes gjennom de

fleste rifter og hull som skulle repareres på trekket, var det nødvendig å farge den. Til innfarging av silke ble det anbefalt å bruke Lanazol eller Lanaset fra CIBA (Musil-Jantjes: Personlig kommentar 2011). Det ble forsøkt å finne en forhandler for disse produktene i Norge, men da søket ikke lyktes, ble det i stedet forsøkt å bruke Marabu Silk. Dette er en silkemaling som Marabu produserer til kunstnere. Ulike blandinger av mellombrun (nr. 46), karrigul (nr. 49) og sitrongul (nr. 20) ble testet inntil det ble funnet en farge som var tilnærmet lik den strågule fargen til originaltekstilet.

For å kunne lage tekstillapper i riktig størrelse til de ulike hullene og riftene på skrivemaskintrekket, ble det først tegnet av et romslig omriss av disse på et stykke melinex. Dette ble så klippet til og lagt oppå silken for å finne ut hvordan materialet kunne utnyttes best mulig. Ved hjelp av noen stiplede ledelinjer avtegnet med blyant, ble så de ulike tekstillappene klippet ut. Mellom de ulike lappene var det noen små områder som ble overflødige, og disse ble brukt til å teste fargen. Marabu anbefaler å fikse fargen i ovn hvis fargen skal brukes til mindre silketekstiler. Fikseringen ble gjort på bakepapir ved 150 °C i ca 8 minutter.

For å velge riktig lim ble det innhentet råd hos to tekstilkonservatorer som arbeider ved hver sin institusjon, Victoria & Albert Museum i London, og Nasjonalmuseet. Disse anbefalte å prøve Beva film, Lascaux, hvetestivelse og Klucel G (Hartog og Musil-Jantjes: Personlig kommentar 2011). Beva film (etylvinylacetat) er et limprodukt ferdig spredd utover til en film i løst tilstand. Den ligger mellom en beskyttende plastfilm og silikonpapir, og kan reaktiveres med varme eller løsemidler. Dette produktet har noen åpenbare fordeler; det er enkelt å arbeide med og medfører ikke noe limsøl, når filmen har heftet til underlaget er det ingen tørketid å forholde seg til, den er lett å tilpasse til et ujevnt underlag, og krever ingen bruk av løsemidler, men kan løsemiddelaktiveres hvis dette er ønskelig. Ulempen med dette produktet er at det krever ganske mye varme for å hefte godt til underlaget: 65 °C eller mer. Fordi skrivemaskintrekket er stivt og har stivnet i en bølgende form mange steder, og i tillegg er svært tynt med en løs struktur, så Beva film ut til å være et godt valg til dette materialet. Løsemiddelaktivering var ikke aktuelt på grunn av faren for å ødelegge gummien. Tørr cellulose har en glasstemperatur (T_g) på 220-230 °C, som senkes ved økende vanninnhold inntil $T_g = -45$ °C når cellulosefibrene er oppbløtt i flytende vann. I den tørre luften i laboratoriet ville den reelle glasstemperaturen trolig ligge i den øvre delen av denne skalaen,

slik at tekstilet derfor ble antatt å være trygt for akselerert nedbrytning under limingen. Men gummien var det knyttet større usikkerhet til. Gummiens varmebestandighet måtte derfor testes, og det viste seg at allerede fra omkring 60 °C smeltet gummien og fløt utover da denne ble tilført varme fra en varmespatel. Varmeaktivering med Beva-film ble derfor vurdert som uegnet til bruk på gjenstanden.

De våte limtypene Lascaux, hvetestivelse og Klucel G ble testet ved å lime små, fargede stykker av silken til et bomullstekstil som liknet litt på originaltekstilet på gjenstanden i både vev, fleksibilitet og tykkelse. Alle limtypene ble først påført bomullstekstilet med en svinebustpensel. Deretter ble silken lagt oppå, og trykket ned på bomullen med penselen. Hvis det ikke var nok lim til at det trakk gjennom silken, ble det påført litt mer lim før tekstilet ble satt til tørk.

Hvetestivelsen ble kokt etter oppskriften til det kanadiske konserveringsinstituttet (CCI), hvor blandingsforholdet er 30 g hvetestivelse til 300 ml destillert vann (1993). Lascaux-limet var ferdig blandet i forholdet 3:1 360/480 hv. Klucel G-limet ble blandet ved å løse 2,50 g av polymeren i 50 ml romtemperert, destillert vann. Dette blandingsforholdet ga 5 % løsning. Polymeren, som var i pulverform, ble tilsatt i en tynn stråle under kraftig røring med en magnetrører for å sikre at denne blandet seg godt i vannet, og at det ikke ville danne seg klumper. Denne fremgangsmåten er anbefalt av Gruenwald, som skriver at det er viktig å fukte polymeren skikkelig for å unngå at det danner seg tungtløselige klumper i løsningen, som det vil ta mange timer å løse opp (Gruenwald 1993:236). For å lage 10 og 15 % løsning, ble det tilsatt henholdsvis 2,50 og 5,00 g av polymeren til 5 %-løsningen.

15 % løsning av Klucel G ga det beste resultatet. Testen viste at en slik reparasjon gir god fleksibilitet, samtidig som limet har bare akkurat passe styrke til at de to tekstilene holdes godt sammen. Både hvetestivelse og Lascaux gjorde tekstilet svært stivt. Det var ikke ønskelig å tilføre mer stivhet til trekket enn den som allerede fantes der på grunn av den oksiderte gummien. Derfor ble det valgt å bruke Klucel G til å reparere skrivemaskintrekket. Dessverre hydrolyserer polymeren i vann slik at limet blir surt. Derfor var det nødvendig å bufre limet før det kunne påføres gjenstanden. Rivers og Umney skriver at når det skal velges en buffer til en vannbasert løsning, bør denne ha omtrent samme pKa som den ønskede pH-

verdien til løsningen (2003:533). Trietanolamin har i følge kjemikalieprodusenten Sigma Aldrich $pK_a = 7,76$ (2011). Dette gjør at trietanolamin bufrer løsninger til pH-området 7,0-8,3, som er nøytralt til lett basisk. Men fordi det er forventet at tekstilet vil fortsette å produsere syrer, ble det vurdert som en positiv bieffekt om limet kunne virke som en buffer mot syredannelse i tekstilet der hvor dette ble limt. Silkereparasjonene ble limt på originaltekstilet ved at silken ble lagt over dette, og deretter ble limet penslet på med en mårhårspensel. Tekstilene ble holdt sammen inntil limet hadde heftet tilstrekkelig til at de ble værende sammen.

7.5 Anbefalt oppbevaring

Fordi skrivemaskinen og trekket kan oppbevares adskilt, anbefales det at dette også tas til følge når gjenstanden skal tilbake i Norsk Teknisk Museums magasin. På nåværende tidspunkt er kun skrivemaskinen merket med et museumsnummer. Skrivemaskintrekket må derfor også merkes, for eksempel med et undernummer. Fordi en våtrensing av skrivemaskintrekket ikke ble gjennomført, vil dette fortsette å være surt etter avsluttet konserveringsbehandling. For at disse syrene ikke skal ødelegge andre gjenstander i magasinet som står i nærheten av skrivemaskintrekket, anbefales det å oppbevare dette i et ventilert rom. Trekket bør heller ikke stå i nærheten av gjenstander som kan ta skade av forurensningsstoffer som H_2S og SO_2 , siden azide-testen viste at disse gassene vil fortsette å bli produsert under nedbrytningsprosessene i trekket. Det anbefales å oppbevare skrivemaskintrekket kaldt og mørkt (Jentzsch 1994:319). Skrivemaskinen ser ut til å ha vært stabil lenge, og kan derfor trygt settes tilbake i det magasinet den ble hentet ut fra.

8 Avslutning

8.1 Evaluering av analysene

Metoden for pH-testene var som nevnt i kapittel 5 helt ny og upublisert. Den ble valgt foran mikroekstraksjonsmetoden fordi prøven her må ligge i vann i et døgn før testene kan gjennomføres, og det var det ikke tid til innenfor oppgavens stramme tidsskjema. Et viktig poeng med å bruke gel-kuber var at disse kunne brukes på begge sider av prøven uten at denne trengte noen videre bearbeiding. Men det var flere usikkerhetsmomenter knyttet til den nye metoden. Løsningen som agarose-kubene lå i, var nøytralisert med trietanolamin for å sikre at denne holdt en nøytral pH-verdi. Derfor kan det være en mulighet for at hydroksidionene (OH^-) i trietanolamin utgjør en feilmargen i målingene. En brøkdel av disse var naturligvis også til stede i gelkubene, som også kan ha influert resultatet. I tillegg var det usikkerhet knyttet til hvorvidt en dråpe av den nøytrale løsningen burde tilsettes til gel-kuben når syreinnholdet skulle måles, som Wolbers hadde fortalt, når dette beviselig påvirket måleresultatene. pH-måleinstrumentet som ble benyttet til testene var helt nyinnkjøpt, og ble kalibrert før hver måling ble foretatt. Allikevel må det påpekes at alle måleinstrumenter, også dette, kan måle feil simpelten på grunn av svakheter i instrumentet. Dessuten var det bare én pH-måler tilgjengelig i laboratoriet, og pH-papir gir for grove resultater til at de målte verdiene kan kontrolleres. Også temperaturen under målingene kan ha påvirket resultatet, siden denne lå 3 grader lavere enn idealtemperaturen på 24 °C. FTIR-resultatene viste seg å være vanskelige og tolke siden spektrene ikke kunne normaliseres mot en standard. Allikevel ble det funnet tegn til nedbrytning i alle prøvene, og sett i sammenheng med pH-resultatene ble tegn til kjente nedbrytningsprosesser i både gummi og tekstil identifisert i begge materialer.

8.2 Evaluering av konserveringsbehandlingen

Selv om Timár-Balázszy og Eastop skriver at polymetylmetakrylat (PMMA/ pleksiglass) normalt ikke inneholder mykgjørere og derfor regnes som et trygt materiale å bruke i konserveringssammenheng (1998:339), burde PMMA-platen som støtten til trekket ble laget

av, vært testet. Oddy-testen er en svært enkel test, som går ut på å studere om et materiale produserer stoffer som korroderer metall. Hvis metallet blir korrodert, er materialet uegnet til bruk nær museumsgjenstander (Thickett og Lee 2004). Men på grunn av begrensninger i forhold til tid og tilgang på varmeskap, måtte dette prioriteres bort. Skrivemaskinen burde ikke vært forsøkt rensset med noen av de polare løsemidlene etanol og aceton, eller det upolare løsemiddelet Shellsol D70. Egentlig er det innlysende at lakken ikke ville tåle dette særlig godt. Konservator Hanne Skagmo ved Norsk Teknisk Museum foreslo å bruke lampeolje til rensingen, men dette var avglemt da ulike rensemidler skulle testes, og ble derfor ikke forsøkt.

8.3 Forslag til videre forskning

Analyse med FTIR av materialer som inneholder naturgummi er det publisert svært lite om. Det ble kun funnet én artikkel om temaet under litteraturundersøkelsen (Connors et al. 2001), i tillegg til at temaet har vært nevnt av Loadman og Shashoua (1991:62, 1993). Tolkningen av de samlede FTIR-spektrene viste seg å være svært vanskelig. Selv om det i denne oppgaven ble forsøkt å finne direkte sammenhenger mellom det resulterende spekteret og nedbrytningsprosessene som foregår i materialet, kom det få konkrete resultater ut av undersøkelsen. På "The Infrared and Raman Users Group (IRUG) Spectral Database ©" finnes det per idag to FTIR-spektre tilgjengelig som er tatt opp fra uvulkanisert naturgummi (Price og Pretzel). Vulkanisert naturgummi ser ut til å være en hvit flekk på kartet i denne sammenheng, foruten artikkelen til Connors med flere (2001). Inn i museumssamlingene rundt omkring i verden vil det komme til stadig flere gjenstander laget av moderne materialer som gummi. Derfor vil det også bli et økende behov for å studere og kontrollere nedbrytningsprosessene i disse materialene innenfor konserveringsfaget. Denne oppgaven skrapet såvidt på overflaten i forhold til den store utfordringen det er å forstå disse prosessene i en så kompleks gjenstand som skrivemaskintrekket. Litteraturstudiene indikerte at det finnes enda mer kompliserte gjenstander å konservere der ute enn et skrivemaskintrekk i gummiert tekstil. Som tema for videre forskning foreslås det derfor å arbeide videre med bruk av FTIR for å studere gjenstander som helt eller delvis er laget av gummi, og da særlig vulkanisert naturgummi.

Referanser

Litteratur

1993. Wheat Starch Paste. *CCI Notes*. Ottawa: Canadian Conservation Institute.

2011. *Biological Buffers* [Online]. Sigma-Aldrich Co. LLC. Hentet fra:

<http://www.sigmaaldrich.com/life-science/metabolomics/bioultra-reagents/biological-buffers.html> [Sist besøkt 03.02.2012].

Bebb, R. L. 1976. Chemistry of Rubber Processing and Disposal. *Environmental Health Perspectives*, 17, 95-101.

Bergstøl, R. 1989. *Tekstiler - fibrer, egenskaper, bruksområder*, Oslo, Yrkeslitteratur as.

Blank, S. 1990. An Introduction to Plastics and Rubbers in Collections. *Studies in Conservation*, 35.

Blank, S. D. 1988. Rubber in museums. A Conservation Problem. *AICCM Bulletin*, 14, 53-93.

Brill, T. B. 1980. *Light. Its Interaction with Art and Antiquities*, New York, Plenum Press.

Connors, S. A., Murray, A., Paroli, R. M., Delgado, A. H. & Irwin, J. D. 2001. Spectroscopic Investigation of the Degradation of Vulcanized Natural Rubber Museum Artifacts. I: Cardamone, J. M. & Baker, M. T. (red.) *Historic Textiles, Papers, and Polymers in Museums*. American Chemical Society.

Coran, A. Y. 2005. Vulcanization. I: Mark, J. E., Erman, B. & Eirich, F. R. (red.) *Science and Technology of Rubber*. Third Edition ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press.

Corneliussen, R. G. 1974. *Materialteknikk. Ikke-jern-metaller*, Oslo, Universitetsforlaget.

Derrick, M. R., Stulik, D. & Landry, J. M. 1999. *Infrared Spectroscopy in Conservation Science*, Los Angeles, The Getty Conservation Institute.

- Dyer, J., Hacke, M., Rode, N., Shashoua, Y. & Ward, C. Year. Reassessment of anoxic storage of ethnographic rubber objects. *I: 16th Triennial Conference, 2011 Lisboa. ICOM-CC.*
- Feller, R. L. 1994. *Accelerated Aging. Photochemical and Thermal Aspects*, Marina del Rey, The Getty Conservation Institute.
- Feller, R. L. & Encke, D. B. 2002. Stages in deterioration: The examples of rubber cement and transparent mending tape. *I: Whitmore, P. M. (red.) Contributions to conservation science. A collection of Robert Feller's published studies on artists' paints, paper, and varnishes.* Pittsburgh: Carnegie Mellon University Press.
- Glagovich, N. 2005. *Infrared Spectroscopy. IR Absorptions for Representative Functional Groups* [Online]. Hentet fra:
<http://www.instruction.greenriver.edu/kmarr/Chem%20162/Chem162%20Labs/Interpreting%20IR%20Spectra/IR%20Absorptions%20for%20Functional%20Groups.htm>
 [Sist besøkt 11.12.2011].
- Gohl, E. P. G. & Vilensky, L. D. 1983. *Textile Science. An explanation of fibre properties*, Melbourne, Longman Cheshire.
- Grant, M. S. 2000. The Use Of Ultraviolet Induced Visible-Fluorescence In The Examination Of Museum Objects, Part II. *Conserve O Gram*, 1/10, 1-4.
- Gruenwald, G. 1993. *Plastics. How Structure Determines Properties*, München, Hanser Publishers.
- Hatchfield, P. B. 2002. *Pollutants in the Museum Environment. Practical strategies for problem solving in design, exhibition and storage*, London, Archetype Publications Ltd.
- Jentzsch, J. 1994. Gummi - elastische Materialien aus Natur- und Synthesekautschuk. *Restauero. Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen.* München: Verlag Georg D. W. Callwey.
- Kauffman, G. B. & Seymour, R. B. 1990. Elastomers I. Natural Rubber. *Journal of Chemical Education*, 67, 422-425.

- Levitt, S. 1986. Manchester Mackintoshes: A History of the Rubberized Garment Trade in Manchester. *Textile History*, 17, 51-70.
- Loadman, M. J. R. Year. Rubber: Its History, Composition and Prospects for Conservation. I: Grattan, D. W., red. *Saving the Twentieth Century*, 1991 Ottawa. Communications Canada, 59-80.
- Loadman, M. J. R. 1998. *Analysis of Rubber and Rubber-like Polymers*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Mares, G. C. 1985. *The History of the Typewriter Successor to the Pen*, Arcadia, Post-Era Books.
- McMurry, J. 2007. *Organic Chemistry. A biological approach*, Belmont, Thomson Brooks/Cole.
- Mossman, S. 1997. Perspectives on the History and Technology of Plastics. I: Mossman, S. (red.) *Early Plastics. Perspectives, 1850-1950*. London: Leicester University Press.
- Nuttgens, F. & Tinker, Z. 2000. The conservation of rubberised textiles: Two case histories. *The Conservator*, 24-38.
- Price, B. & Pretzel, B. *IRUG Spectral Database Edition 2000 Search Engine* [Online]. The Infrared and Raman Users Group (IRUG). Hentet fra: <http://www.irug.org/ed2k/search.asp> [Sist besøkt 29.11.2011].
- Rivers, S. & Umney, N. 2003. *Conservation of Furniture*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Romano, F. J. 1986. *Machine writing and typesetting*, Salem, GAMA.
- Shashoua, Y. 1993. Research into plastics and rubbers in the British Museum I: Tennent, N. H. (red.) *Conservation Science in the UK*. Glasgow.
- Shashoua, Y. 2008. *Conservation of Plastics. Materials science, degradation and preservation* Amsterdam, Elsevier Ltd.

- Shashoua, Y. & Skals, I. 2004. Bevaring af historisk regntøj. Klæbrig asfalt og stivnet gummi udfordrer tekstilkonservatoren. *I: Larsen, C. U. & Gammeltoft, B. (red.) Nationalmuseets Arbejdsmark*. København: Nationalmuseet.
- Shashoua, Y. & Thomson, S. 1993. A Field Trial for the Use of Ageless in the Preservation of Rubber in Museum Collections. *I: Grattan, D. W. (red.) Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials*. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Shashoua, Y. R. & Skals, I. 2006. Sticky oilskins and stiffened rubber: new challenges for textile conservation. *I: Garside, P. & Rogerson, C. (red.) The Future of the 20th Century: Collecting, Interpreting and Conserving Modern Materials*. London: Archetype Publications Ltd.
- Sholes, C. L., Glidden, C. & Soulé, S. W. 1868. *Original document: US 79868 (A)* [Online]. Espacenet. Hentet fra: http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument;jsessionid=7CCD478227173AC81FD92C051746D423.espacenet_levelx_prod_4?CC=US&NR=79868A&KC=A&FT=D&DB=&locale=en_EP [Sist besøkt 15.11.2011].
- Slack, C. 2002. *Noble Obsession*, New York, Texere.
- Stori, A. *Friksjonering* [Online]. Store norske leksikon. Hentet fra: <http://snl.no/friksjonering> [Sist besøkt 17.12.2011].
- Stoughton-Harris, C. 1993. Treatment of 20th-Century Rubberized Multimedia Costume: Conservation of a Mary Quant Raincoat (ca. 1967). *I: Grattan, D. W. (red.) Saving the Twentieth Century: The Conservation of Modern Materials*. Ottawa: Communications Canada.
- Strlič, M. & Kolar, J. 2005. Degradation and stabilisation of cellulosic materials. *I: Janaway, R. & Wyeth, P. (red.) Scientific Analysis of Ancient and Historic Textiles: Informing Preservation, Display and Interpretation*. London: Archetype Publications Ltd.
- Stuart, B. H. 2007. *Analytical techniques in materials conservation*, Chichester, John Wiley & Sons, Ltd.

- Tétreault, J. 2003. *Airborne pollutants in museums, galleries, and archives: Risk assessment, control strategies, and preservation management*, Ottawa, Canadian Conservation Institute.
- Thickett, D. & Lee, L. R. 2004. *Selection of Materials for the Storage or Display of Museum Objects*, London, The British Museum.
- Tímár-Balázs, Á. & Eastop, D. 1998. *Chemical Principles of Textile Conservation*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Tse, S. 2001. *Guidelines for pH Measurement in Conservation*, Canadian Conservation Institute.
- Weast, R. C. (red.) 1972. *Handbook of Chemistry and Physics. A Ready-Reference Book of Chemical and Physical Data*, Cleveland, Ohio: The Chemical Rubber Co.
- Williams, S. 1994. The Diphenylamine Spot Test for Cellulose Nitrate in Museum Objects. *CCI Notes*. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Williams, S. 1997. Care of Objects Made from Rubber and Plastic. *CCI Notes*. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Wypych, G. 2003. *Handbook of Material Weathering*, Toronto, ChemTec Publishing.
- Zumdahl, S. S. 1998. *Chemical Principles*, Boston, Houghton Mifflin Company.

Personlig kommunikasjon

Hartog, Frances (personlig kommunikasjon). E-post fra Frances Hartog til Ida Fløystad Brevig 08.09.2011 angående aktuelle limtyper til konservering av tekstil.

Keneghan, Brenda (personlig kommunikasjon). E-post 14.12.2011 angående tolkning av FTIR-spektra.

Musil-Jantjes, Angela (personlig kommunikasjon). E-post 24.11.2011 angående liming og farging av tekstilreparasjoner.

Taylor, Joel (personlig kommunikasjon). E-post 03.01.2012 angående forberedelse av reagensløsning til azide-testen.

Van Rompuy, Wim (personlig kommunikasjon). E-post 21.11.2011 angående datering av skrivemaskinen

Wolbers, Richard (personlig kommunikasjon). Kurs om vannbaserte rensemetoder i London, juli 2011, som også inkluderte måling av pH med gel-kuber, videreformidlet av Kristine Draugedalen som deltok på kurset.

Vedlegg

1. Oversikt over antall arbeidstimer

Dokumentasjon:

- Fotografering: 14 timer

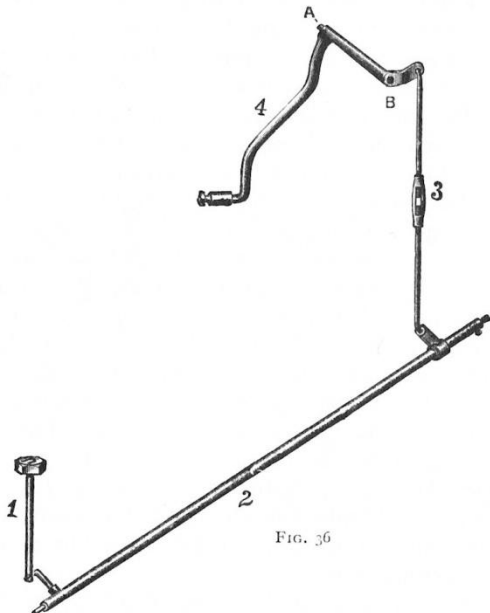
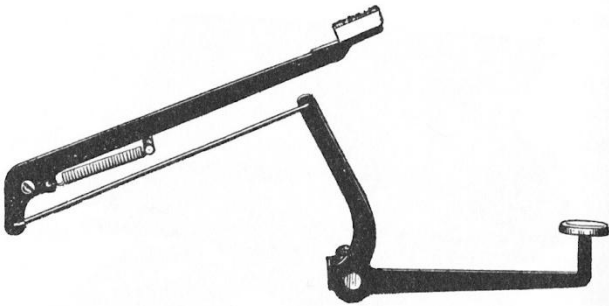
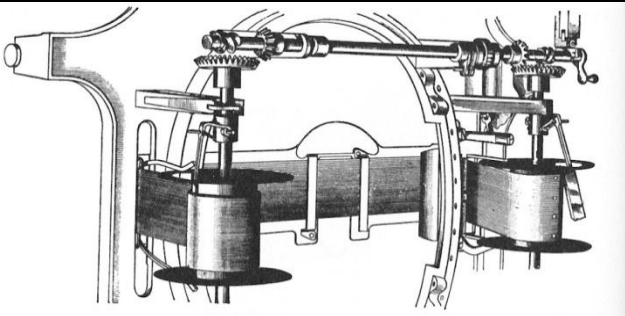
Undersøkelser:

- Visuell undersøkelse: 15 timer
- Undersøkelse i ultrafiolett lys (UV): 5 timer
- Prøveuttak og preparering: 23,5 timer
- pH-tester: 5,5 timer
- FTIR-analyse: 17,5 timer
- Undersøkelse i optisk mikroskop: 3 timer
- Kjemiske tester: 2,5 timer

Behandling:

- Rensetester (både skrivemaskinen og trekket): 2 timer
- Konstruksjon av støtte til skrivemaskintrekket: 14,5 timer
- Rensing av skrivemaskinen: 3 timer
- Rensing av skrivemaskintrekket: 4,5 timer
- Farging og tilpasning av reparasjonstekstil: 4 timer
- Lapping av rifter og hull i skrivemaskintrekket: 23 timer

2. Visuell ordbok over skrivemaskindeler

Illustrasjon av skrivemaskindel	Norsk navn	Engelsk navn
 <p>FIG. 36</p>	<p>Typearm</p> <p>1 Tast</p> <p>4 Typehammer</p>	<p>Typebar</p> <p>1 Key</p> <p>4 Type-block</p>
	<p>Typearm som treffer papiret forfra</p>	<p>Front-strike typebar</p>
	<p>Sholes og Gliddens sirkelformede ramme med blekkbånd</p>	<p>Sholes and Glidden's circular frame with inked ribbon</p>

3. Gjenstanden før og etter behandling



Skrivemaskinen før behandling



Skrivemaskinen etter behandling



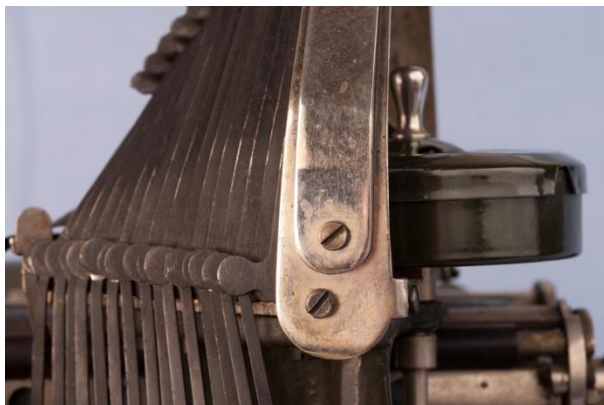
Skrivemaskintrekket før behandling



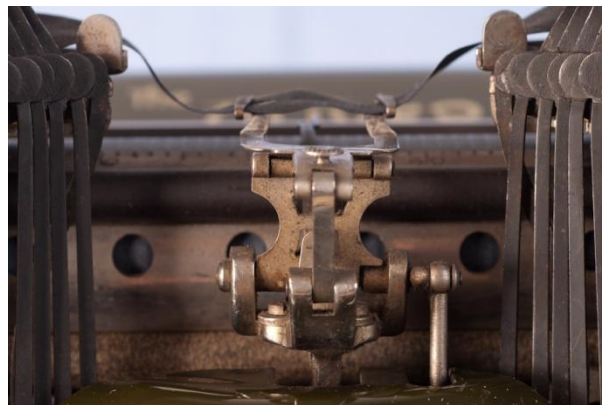
Skrivemaskintrekket etter behandling

4. Øvrige illustrasjoner av gjenstanden

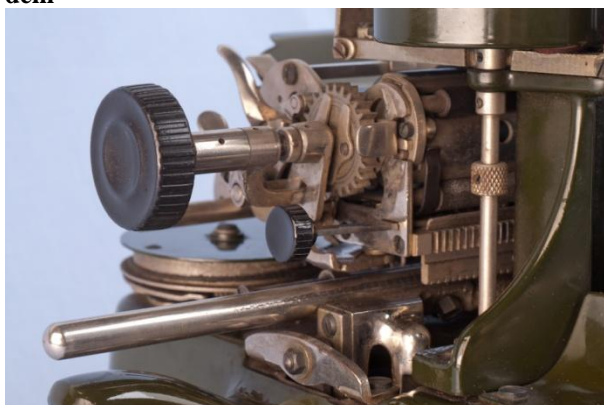
Makrofoto av skrivemaskinen



Figur 14: Typehammere til høyre og bøylene rundt dem



Figur 15: Blekkbåndholderen



Figur 16: Venstre side av papirvogna



Figur 17: Blyantholder

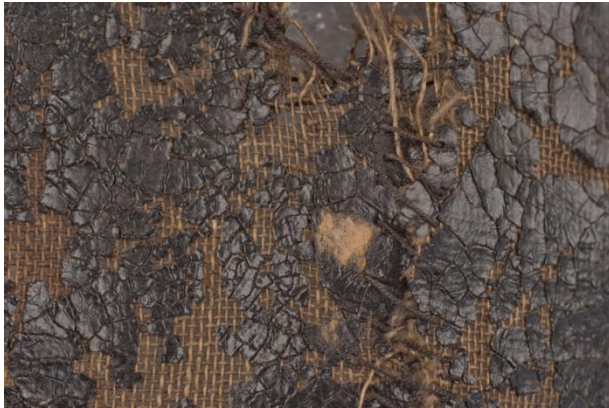


Figur 18: Tastene

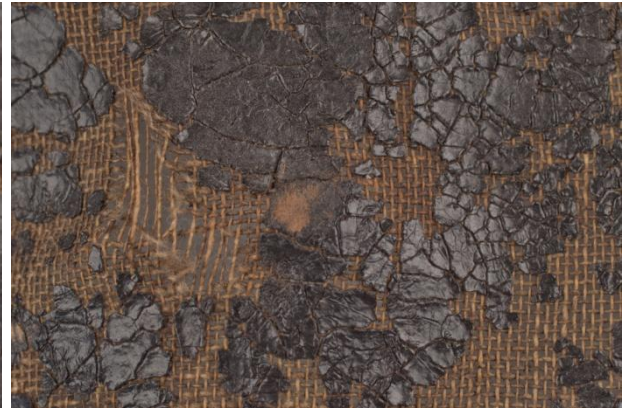


Figur 19: Klokken

Makrofoto av skrivemaskintrekket



Figur 20: Fastklebet gråpapir



Figur 21: Mer fastklebet papir



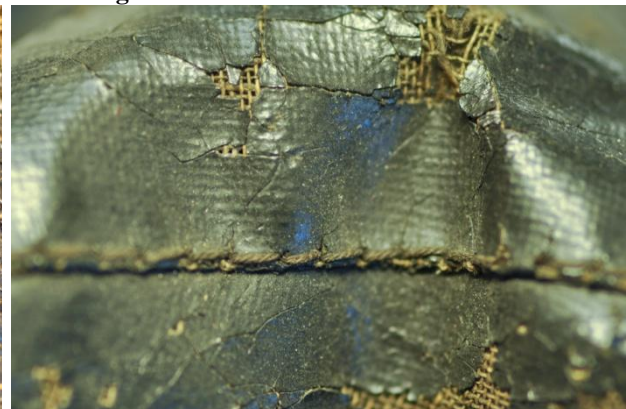
Figur 22: Typisk oppsprekkingsmønster på venstre side



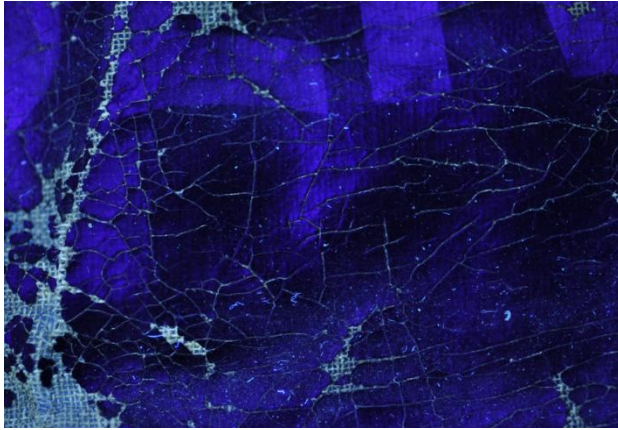
Figur 23: Mange sprekker gjør gummibeleget svært fragmentert



Figur 24: Gammel reparasjon i svært nedbrutt område



Figur 25: Stivheten gjør at fragmenter av gummi faller av under håndtering

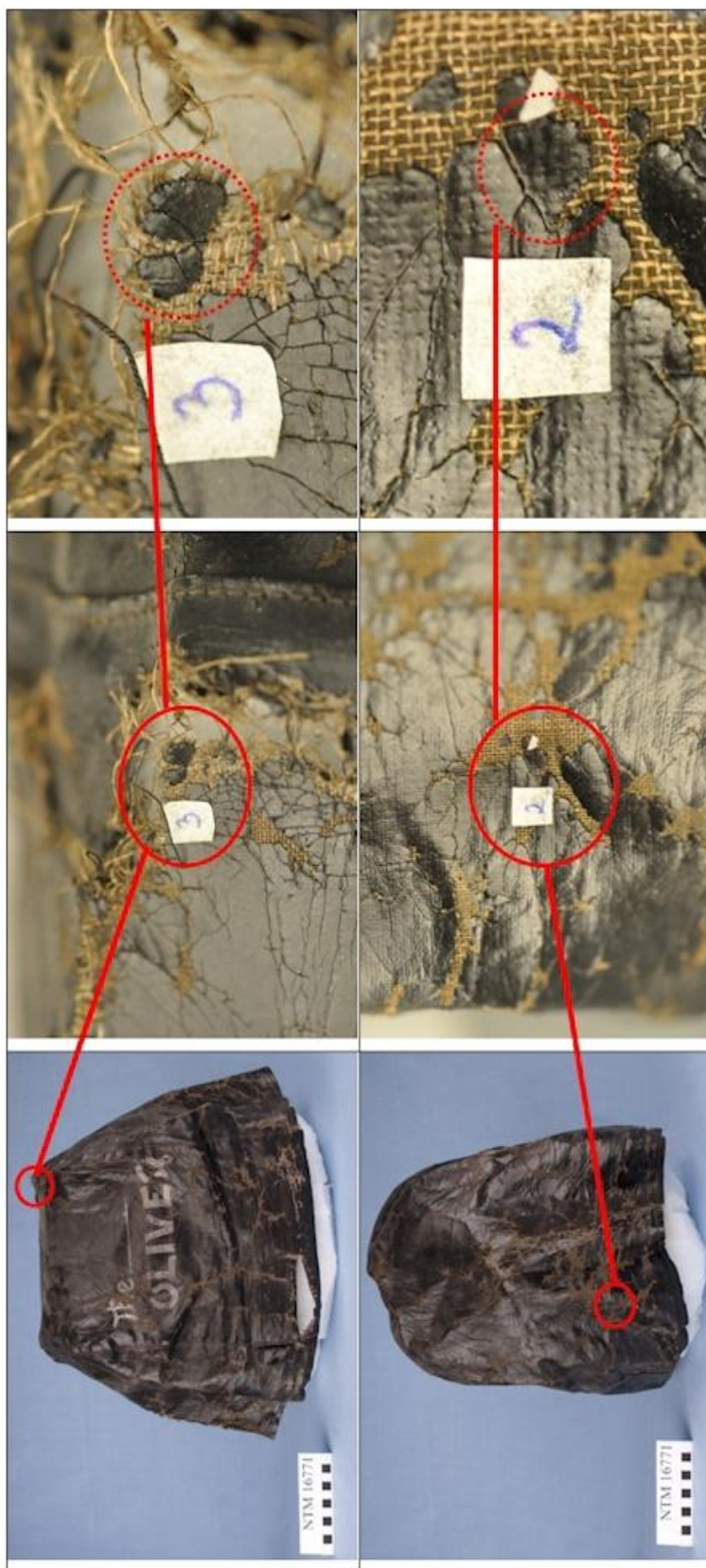


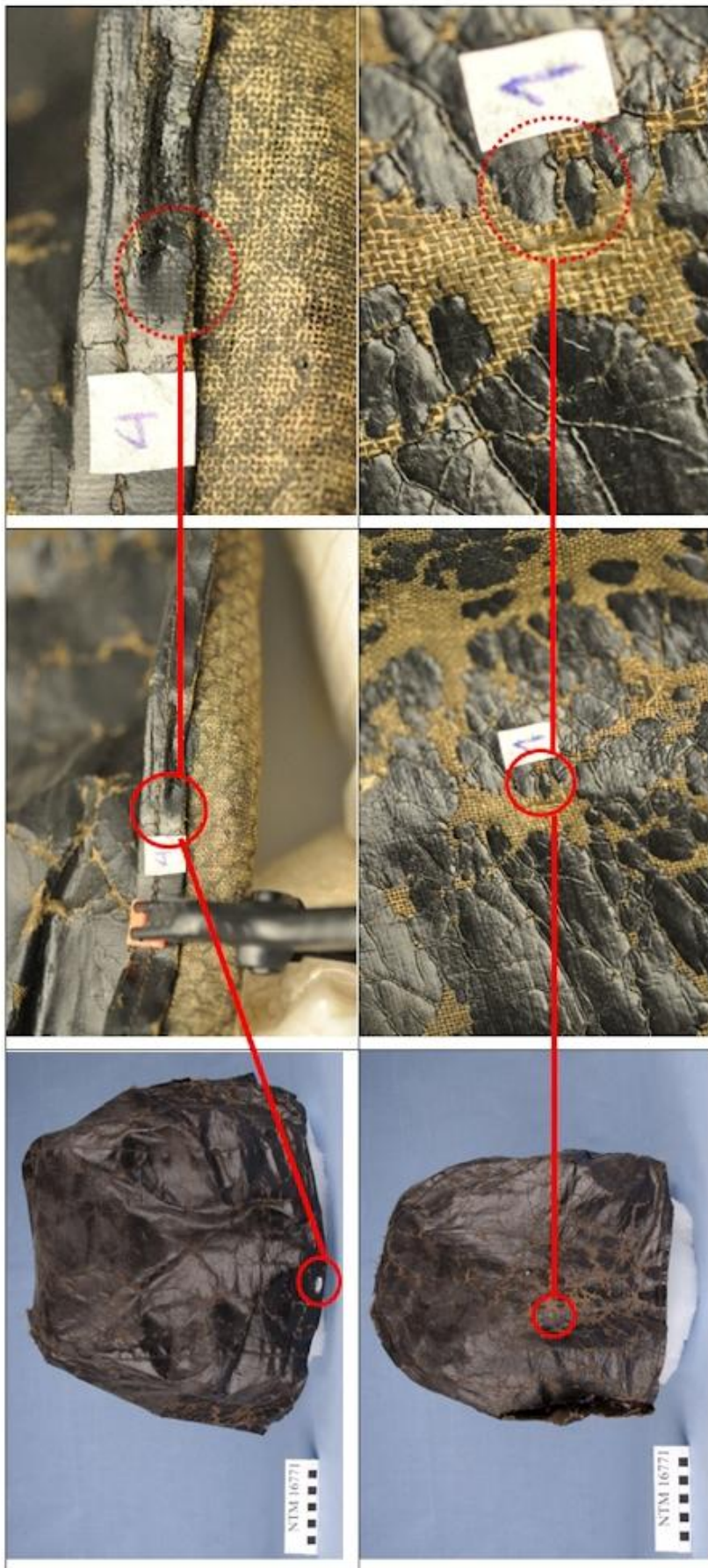
Figur 26: UV-bilde av gummi



Figur 27: UV-bilde av tekstil

5. Illustrasjon av prøveuttak





6. Resultat av pH-test

Prøve nr. 1		Prøve nr. 2		Prøve nr. 3		Prøve nr. 4	
Gummi	Tekstil	Gummi	Tekstil	Gummi	Tekstil	Gummi	Tekstil
4,7	5	4,8	4,7	4,3	7	7	7
4,8	4,8	4,8	4,7	4,5	7	7	7
5	4,5	4,7	4,8	5	7,1	7	7,1
4,9	4,3	3,8	4,3	4,2	4,5	5,6	7,1
	4,2	4,5		4,1	4,5	5,7	7
	4,1	7,3		4,1	4,5	5,7	6,9
	4,1			8,6	4,1	6,8	
	6,1			8,6	4,1	6,8	
	6,1			7,7	4	6,8	
	6,1						
	9,3						
	5,6						
	5,7						
	5,8						
	5,1						
	5,6						
	5,7						
	4						
	4						
	4,2						
	4,7						
	4,9						
	4,9						
	6,7						
	6,8						

	Prøve nr. 1	Prøve nr. 2	Prøve nr. 3	Prøve nr. 4	Totalt
Gjennomsnitt:	5,23	4,84	5,44	6,70	5,53

Standard avvik:	1,32
-----------------	------

SD -2	SD -1	0	SD +1	SD +2	
2,9	4,2	5,5	6,8	8,1	
0	8	24	10	15	1
Under 2,8	Til 4,1	Til 5,5	Til 6,9	Til 8,3	Over 8,4

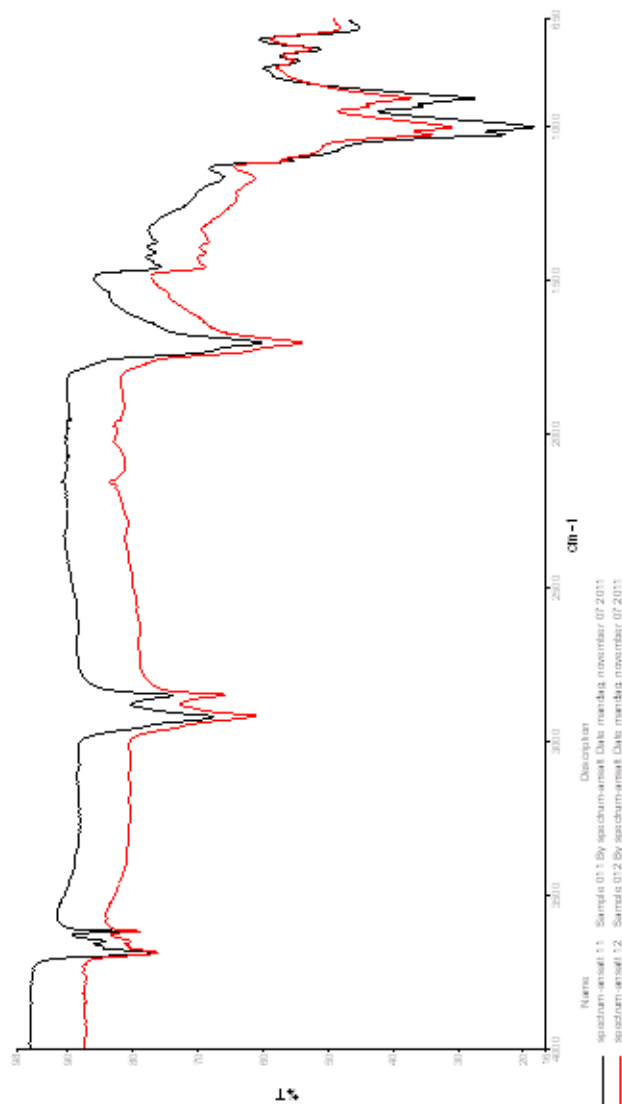
58,62 % av resultatene falt innenfor standardavviket

98,28 % av resultatene var innenfor SD -2 og SD +2

Tabell 3: pH-test av rensede områder på toppen av skrivemaskintrekket

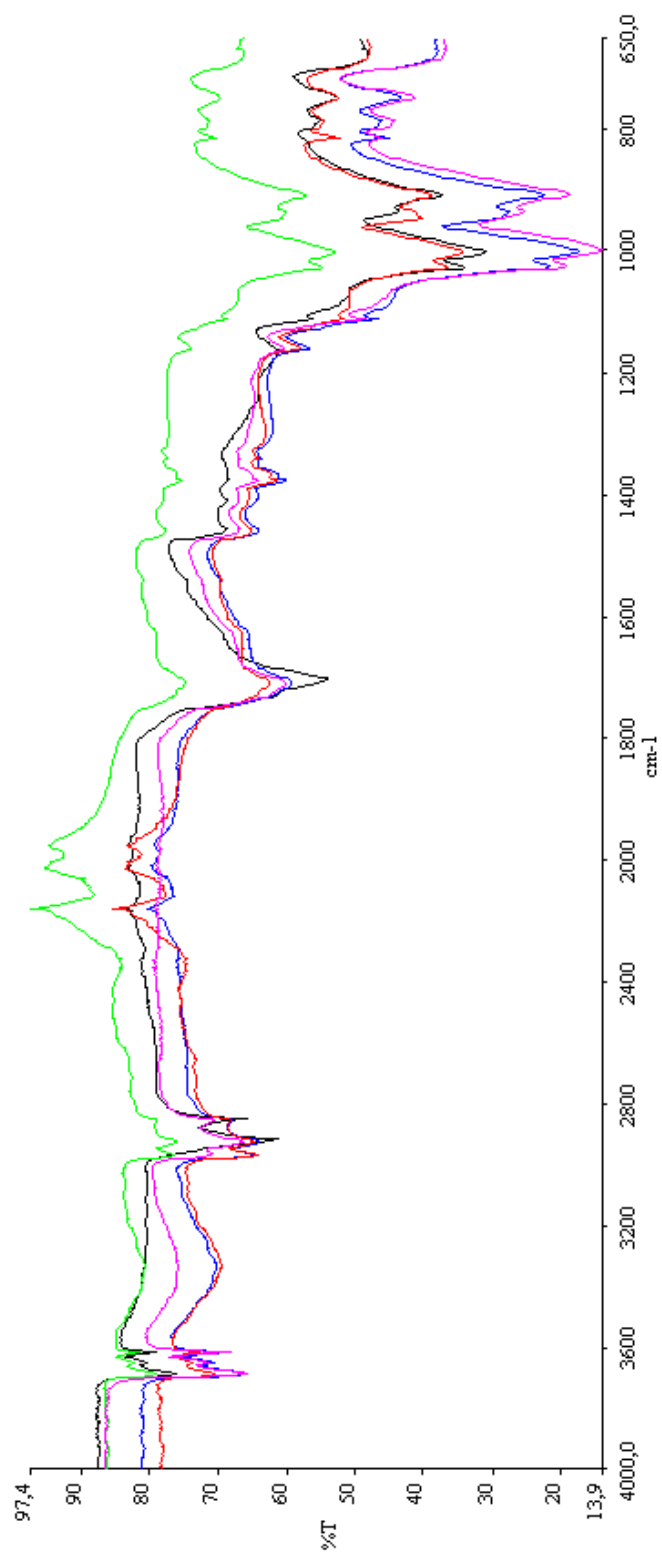
Testområde	Målte pH-verdier
Ikke rensset	5,2 - 6,8
Vann, 1 gang	4,7 - 5,1
Vann, 2 ganger	4,2 - 4,6
Vann, 3 ganger	5,2 - 5,4
Vann, 4 ganger	5,8 - 5,9
0,1 % løsning av Synperonic A7 og destillert vann, og vann 1 gang	5,8 - 5,9

7. Sammenlikning av prøvebearbeidingsmetoder (FTIR)



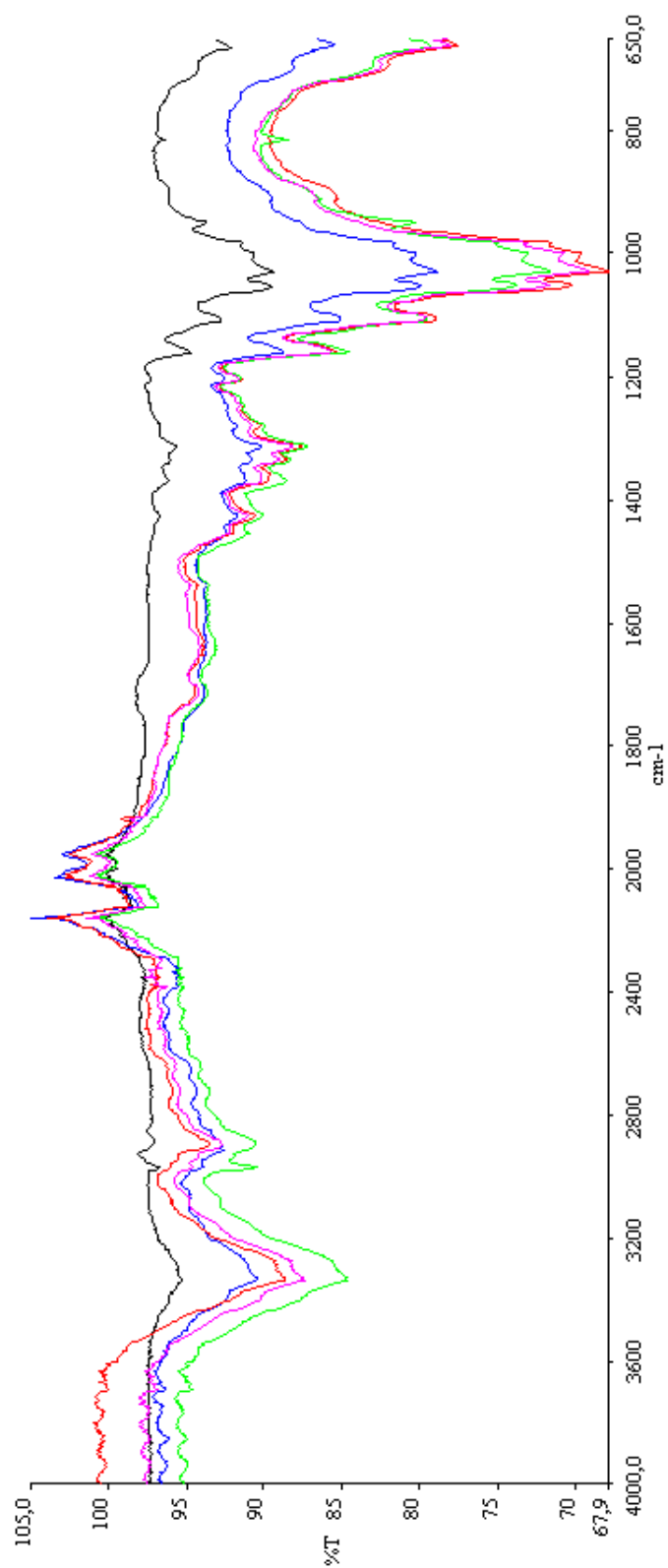
Den sorte linjen er gummi knust i en morter, mens den røde linjen er gummi mykgjort og rensset for tekstilfibre ved hjelp av acetone.

8. FTIR-spekter for gummi



Fargekoder: Sort = Løse biter/ prøve nr. 5, blå = prøve nr. 1, rød = prøve nr. 2, grønn = prøve nr. 3, og rosa = prøve nr. 4

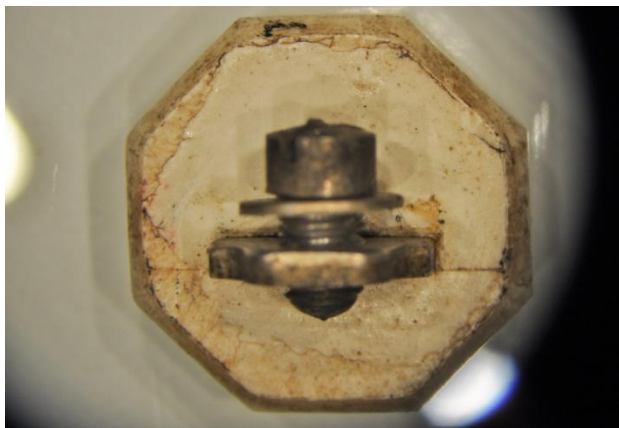
9. FTIR-spekter for tekstil



Fargekoder: Sort = Løsthengende tråd/ prøve nr. 6, blå = prøve nr. 1, rød = prøve nr. 2, grønn = prøve nr. 3, og rosa = prøve nr. 4

10. Resultat av kjemiske tester

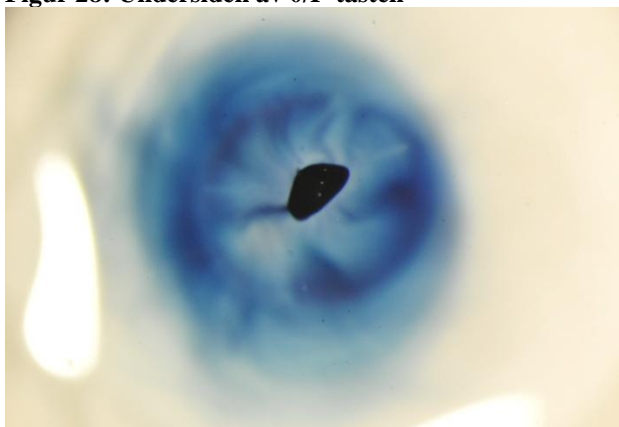
Resultater av cellulosenitrat-testen



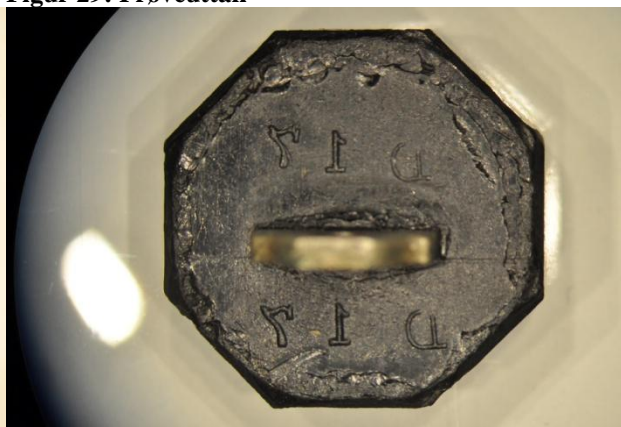
Figur 28: Undersiden av 0/P-tasten



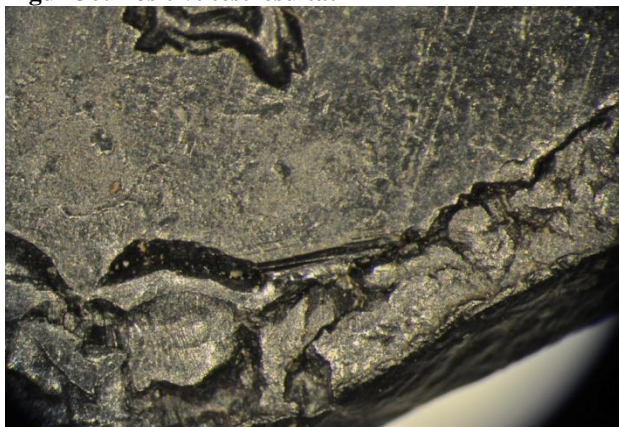
Figur 29: Prøveuttak



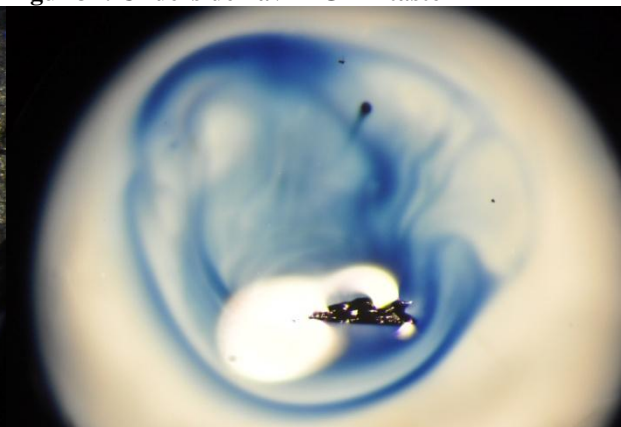
Figur 30: Positivt testresultat



Figur 31: Undersiden av RIGHT-tasten

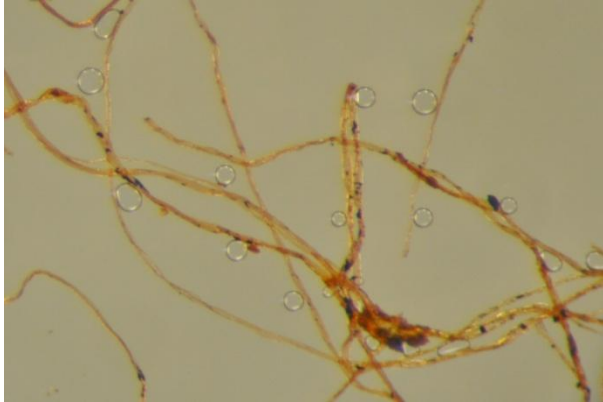


Figur 32: Prøveuttak

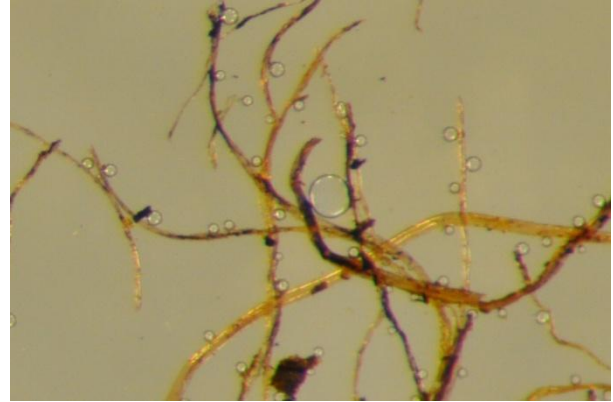


Figur 33: Positivt testresultat

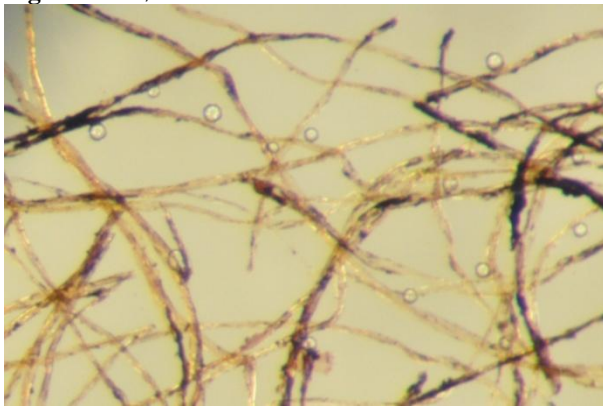
Resultater av azide-testen



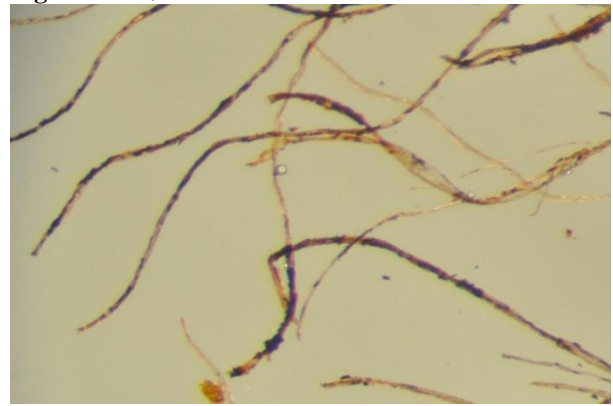
Figur 34: Prøve nr. 1



Figur 35: Prøve nr. 2



Figur 36: Prøve nr. 3



Figur 37: Prøve nr. 4

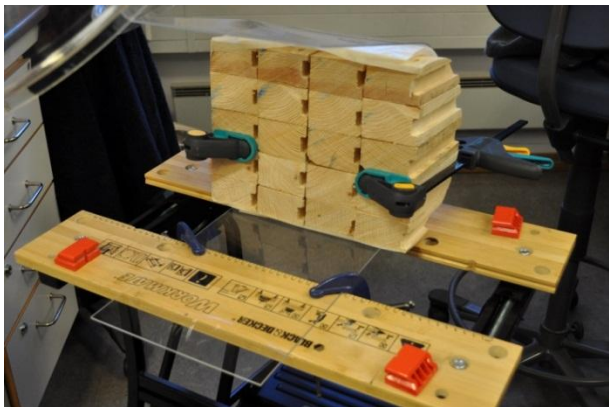
11. Illustrasjoner av konserveringsbehandlingen



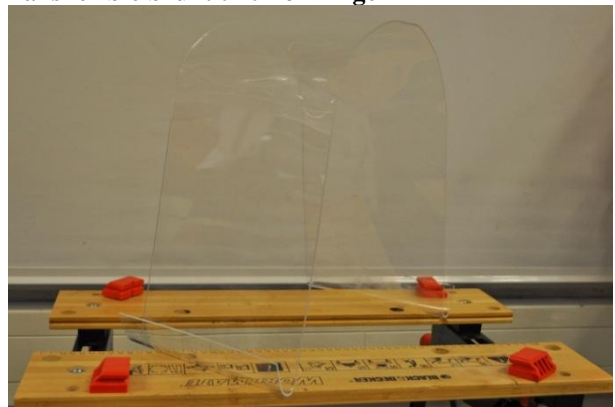
Figur 38: En buet treform



Figur 39: Varmepistol og varmebeskyttende hansker ble brukt til tilformingen



Figur 40: Klar for å bøye til beina på støtten



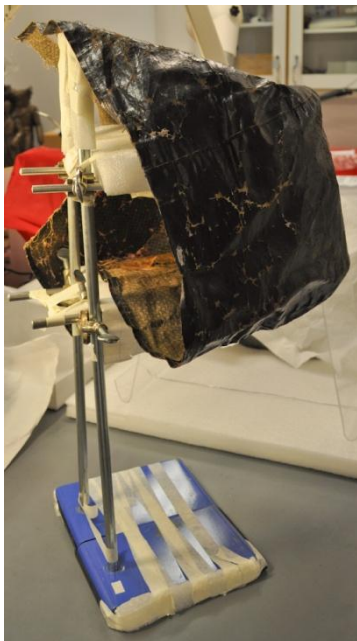
Figur 41: Nesten ferdig pleksiglass-støtte



Figur 42: Tilpasset tekstilreparasjon klar til farging



Figur 43: Liming av reparasjonstekstilet til gjenstanden



Figur 44: Et spesialbygd stativ for å kunne håndtere gjenstanden under liming